

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-293753

(43)Date of publication of application : 11.11.1997

(51)Int.Cl.

H01L 21/60

H01L 31/02

H01R 4/02

H01R 43/02

(21)Application number : 08-102909

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 24.04.1996

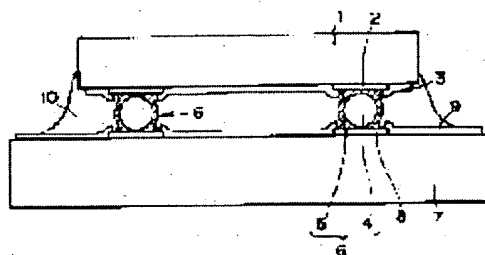
(72)Inventor : KONDO HIROSHI

(54) ELECTRIC CIRCUIT PART, MANUFACTURE THEREOF, CONDUCTIVE BALL, CONDUCTIVE CONNECTING MEMBER, AND MANUFACTURE THEREOF

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable an electric circuit part to be lessened in size, thickness, and manufacturing cost and enhanced in reliability by a method wherein an electric circuit element and an electric circuit board are connected together high in density, high in bonding properties, and low in connection resistance without additionally processing their electrodes.

SOLUTION: An electric circuit part is equipped with an electric circuit element 1 with electrodes 2 and an electric circuit board 7 with electrodes 8 connected to the electric circuit element 1, wherein a conductive ball 6 composed of a nearly ball-shaped and rigid core 4 and a conductive coating layer 5 deposited around the surface of the core 4 is interposed between the electrodes 2 and 8. The conductive ball 6 is pressed against the electrode 2 of the electric circuit element 1 with the electrode 8 of the electric circuit board 7, and at least either the electrode 2 of the electric circuit element 1 or the electrode 8 of the electric circuit board 7 and the coating layer 5 of the conductive ball 6 are electrically and mechanically connected together.



[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-293753

(43)公開日 平成9年(1997)11月11日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/60	3 1 1		H 0 1 L 21/60	3 1 1 S
31/02			H 0 1 R 4/02	C
H 0 1 R 4/02			43/02	B
43/02			H 0 1 L 31/02	Z

審査請求 未請求 請求項の数113 O L (全 46 頁)

(21)出願番号 特願平8-102909

(22)出願日 平成8年(1996)4月24日

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 近藤 浩史

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

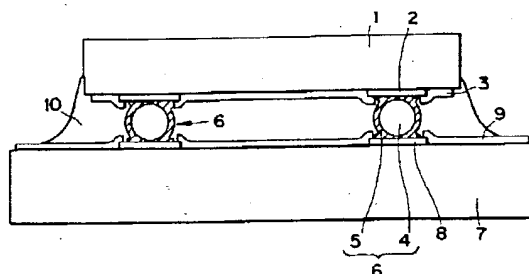
(74)代理人 弁理士 大塚 康徳 (外1名)

(54)【発明の名称】 電気回路部品及び電気回路部品の製造方法及び導電ボール及び導電接続部材及び導電接続部材の製造方法

(57)【要約】

【課題】電気回路素子と電気回路基板とを、それぞれの電極部に特殊な追加工を施すことなく、接合性を上げ高密度に且つ低接続抵抗で接続することにより、電気回路部品の小型、薄型、高信頼性及びローコスト化を達成することである。

【解決手段】電極部2を有する電気回路素子1と、この電気回路素子1と接続するための電極部8を有する電気回路基板7とを備える電気回路部品は、両電極部2、8間に介在され、略ボール形状の剛性を有するコア4の周囲に導電性の被覆層5が設けられた少なくとも1つの導電ボール6を備えている。この導電ボール6は、電気回路素子1の電極部2と電気回路基板7の電極部8により圧接されて、電気回路素子1の電極部2と導電ボール6の被覆層5との間、及び、電気回路基板7の電極部8と導電ボール6の被覆層5との間の少なくとも一方が電氣的及び機械的に接続されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】電極部を有する電気回路素子と、

該電気回路素子と接続するための電極部を有する電気回路基板とを備える電気回路部品において、

前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に介在され、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電性の被覆層が設けられた少なくとも1つの導電ボールを具備し、

前記導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、該電気回路素子の電極部と該導電ボールの被覆層との間、及び、該電気回路基板の電極部と該導電ボールの被覆層との間が電気的及び機械的に接続されている事を特徴とする電気回路部品。

【請求項2】電極部を有する電気回路素子と、前記電気回路素子の電極部に対応する位置に設けられた電極部を有する電気回路基板とを互いに対向させ、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に少なくとも1以上の導電ボールを介在させて両電極部間を接続した電気回路部品において、

前記導電ボールは、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、導電性を有した材料により形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層とを備え、

該導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、前記電気回路素子の電極部と前記導電被覆層との間、及び、前記電気回路基板の電極部と前記導電被覆層との間が、夫々を構成している材料を金属化及び／又は合金化して接続されている事を特徴とする電気回路部品。

【請求項3】電極部を有する電気回路素子と、

前記電気回路素子の電極部に対応する位置に設けられた電極部を有する電気回路基板と、

前記電気回路素子及び電気回路基板が互いに対向した状態で、夫々の電極部の間に挟持され、該両電極部間を、電気的及び機械的に接続する少なくとも1以上の導電ボールとを具備し、

前記導電ボールは、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、導電性を有した材料により形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層とを備え、

該導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、前記電気回路素子の電極部と前記導電被覆層との間、及び、前記電気回路基板の電極部と前記導電被覆層との間が、夫々を構成している材料を金属化及び／又は合金化して接続されている事を特徴とする電気回路部品。

【請求項4】電極部を有する光電変換素子と、

該光電変換素子と接続するための電極部を有する電気回路基板とを備える電気回路部品において、

前記光電変換素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に介在され、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電性の被覆層が設けられた少なくとも1つの導電ボールを具備し、

前記導電ボールは、前記光電変換素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、該光電変換素子の電極部と該導電ボールの被覆層との間、及び、該電気回路基板の電極部と該導電ボールの被覆層との間が電気的及び機械的に接続されている事を特徴とする電気回路部品。

【請求項5】電極部を有する電気回路素子と、前記電気回路素子の電極部に対応する位置に設けられた電極部を有する電気回路基板とを互いに対向させ、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に少なくとも1以上の導電ボールを介在させて両電極部間を接続した電気回路部品において、

前記電気回路素子は、少なくとも1以上の光電変換素子を有し、

前記電気回路基板は、少なくとも一部に透光性を有し、前記導電ボールは、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、導電性を有した材料により形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層とを備え、

該導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、前記電気回路素子の電極部と前記導電被覆層との間、及び、前記電気回路基板の電極部と前記導電被覆層との間が、夫々を構成している材料を金属化及び／又は合金化して接続されている事を特徴とする電気回路部品。

【請求項6】電極部を有する電気回路素子と、

前記電気回路素子の電極部に対応する位置に設けられた電極部を有する電気回路基板と、

前記電気回路素子及び電気回路基板が互いに対向した状態で、夫々の電極部の間に挟持され、該両電極部間を、電気的及び機械的に接続する少なくとも1以上の導電ボールとを具備し、

前記電気回路素子は、少なくとも1以上の光電変換素子を有し、

前記電気回路基板は、少なくとも一部に透光性を有し、前記導電ボールは、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、導電性を有した材料により形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層とを備え、

該導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、前記電気回路素子の電極部と前記導電被覆層との間、及び、前記電気回路基板の電極部と前記導電被覆層との間が、夫々を構成している材料を金属化及び／又は合金化して接続されている事を特徴とする電気回路部品。

【請求項7】電極部を有する電気回路素子と、

該電気回路素子と接続するための電極部を有する電気回路基板とを備える電気回路部品において、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に介在され、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電性の被覆層が設けられた少なくとも1つの導電ボールと、

前記導電ボールを埋設保持する保持シートであって、電気的絶縁性を有する材料から形成され、一方の面より該導電ボールの一部が突出して露出し、他方の面から該導電ボールの一部が突出して露出するように、該導電ボールを保持する保持シートとを具備し、

前記導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、該電気回路素子の電極部と前記保持シート的一方の面より突出する該導電ボールの被覆層の一部との間、及び、該電気回路基板の電極部と前記保持シートの他方の面より突出する該導電ボールの被覆層の一部との間が電気的及び機械的に接続されている事の特徴とする電気回路部品。

【請求項8】電極部を有する電気回路素子と、前記電気回路素子の電極部に対応する位置に設けられた電極部を有する電気回路基板とを互いに対向させ、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に少なくとも1以上の導電ボールを介在させて両電極部間を接続した電気回路部品において、

前記導電ボールを埋設保持する保持シートであって、電気的絶縁性を有する材料から形成され、一方の面より該導電ボールの一部が突出して露出し、他方の面から該導電ボールの一部が突出して露出するように、該導電ボールを保持する保持シートを備え、

前記導電ボールは、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、導電性を有した材料により形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層とを備え、

該導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、前記電気回路素子の電極部と前記保持シート的一方の面より突出した前記導電ボールの前記導電被覆層の部分との間、及び、前記電気回路基板の電極部と前記保持シートの他方の面より突出した該導電ボールの前記導電被覆層の部分との間が、夫々を構成している材料を金属化及び／又は合金化して接続されている事の特徴とする電気回路部品。

【請求項9】電極部を有する電気回路素子と、

前記電気回路素子の電極部に対応する位置に設けられた電極部を有する電気回路基板と、

前記電気回路素子及び電気回路基板が互いに対向した状態で、夫々の電極部の間に挟持され、両電極部間を、電気的及び機械的に接続する少なくとも1以上の導電ボールと、

前記導電ボールを埋設保持する保持シートであって、電気的絶縁性を有する材料から形成され、一方の面より該

導電ボールの一部が突出して露出し、他方の面から該導電ボールの一部が突出して露出するように、該導電ボールを保持する保持シートとを具備し、

前記導電ボールは、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、導電性を有した材料により形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層とを備え、

該導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、前記電気回路素子の電極部と前記保持シート的一方の面より突出した前記導電ボールの前記導電被覆層の部分との間、及び、前記電気回路基板の電極部と前記保持シートの他方の面より突出した該導電ボールの前記導電被覆層の部分との間が、夫々を構成している材料を金属化及び／又は合金化して接続されている事の特徴とする電気回路部品。

【請求項10】電極部を有する光電変換素子と、

該光電変換素子と接続するための電極部を有する電気回路基板とを備える電気回路部品において、

前記光電変換素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に介在され、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電性の被覆層が設けられた少なくとも1つの導電ボールと、

前記導電ボールを埋設保持する保持シートであって、電気的絶縁性を有する材料から形成され、一方の面より該導電ボールの一部が突出して露出し、他方の面から該導電ボールの一部が突出して露出するように、該導電ボールを保持する保持シートとを具備し、

前記導電ボールは、前記光電変換素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、該光電変換素子の電極部と前記保持シート的一方の面より突出する該導電ボールの被覆層の部分との間、及び、該電気回路基板の電極部と前記保持シートの他方の面より突出する該導電ボールの被覆層の部分との間が電気的及び機械的に接続されている事の特徴とする電気回路部品。

【請求項11】電極部を有する電気回路素子と、前記電気回路素子の電極部に対応する位置に設けられた電極部を有する電気回路基板とを互いに対向させ、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に少なくとも1以上の導電ボールを介在させて両電極部間を接続した電気回路部品において、

該少なくとも1以上の導電ボールを埋設保持する保持シートであって、電気的絶縁性を有する材料から形成され、一方の面より前記導電ボールの一部が突出して露出し、他方の面から該導電ボールの一部が突出して露出するように、該導電ボールを保持する保持シートを備え、前記電気回路素子は、少なくとも1以上の光電変換素子を有し、

前記電気回路基板は、少なくとも一部に透光性を有し、前記保持シートは、空気又は封止樹脂よりも低い光透過率を有し、前記光電変換素子に対応する部分に開口部を

有するように形成され、

前記導電ボールは、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、電導性を有した材料により形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層とを備え、

該導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、前記電気回路素子の電極部と前記保持シート的一方の面より突出した前記導電ボールの前記導電被覆層の部分との間、及び、前記電気回路基板の電極部と前記保持シートの他方の面より突出した該導電ボールの前記導電被覆層の部分との間が、夫々を構成している材料を金属化及び／又は合金化して接続されている事を特徴とする電気回路部品。

【請求項12】電極部を有する電気回路素子と、前記電気回路素子の電極部に対応する位置に設けられた電極部を有する電気回路基板と、

前記電気回路素子及び電気回路基板が互いに対向した状態で、夫々の電極部の間に挟持され、両電極部間を、電氣的及び機械的に接続する少なくとも1以上の導電ボールと、

該少なくとも1以上の導電ボールを埋設保持する保持シートであって、電氣的絶縁性を有する材料から形成され、一方の面より前記導電ボールの一部が突出して露出し、他方の面から該導電ボールの一部が突出して露出するように、該導電ボールを保持する保持シートとを具備し、

前記電気回路素子は、少なくとも1以上の光電変換素子を有し、

前記電気回路基板は、少なくとも一部に透光性を有し、前記保持シートは、空気又は封止樹脂よりも低い光透過率を有し、前記光電変換素子に対応する部分に開口部を有するように形成され、

前記導電ボールは、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、電導性を有した材料により形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層とを備え、

該導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、前記電気回路素子の電極部と前記保持シート的一方の面より突出した前記導電ボールの前記導電被覆層の部分との間、及び、前記電気回路基板の電極部と前記保持シートの他方の面より突出した該導電ボールの前記導電被覆層の部分との間が、夫々を構成している材料を金属化及び／又は合金化して接続されている事を特徴とする電気回路部品。

【請求項13】前記導電ボールにより接続される電極部間の距離が、前記コアの直径と実質的に等しい距離であることを特徴とする請求項1乃至12の何れか1項に記載の電気回路部品。

【請求項14】前記導電被覆層の外周面は、滑らかな曲面状に形成されていることを特徴とする請求項1乃至1

3の何れか1項に記載の電気回路部品。

【請求項15】前記コアの外周面は、滑らかな曲面状に形成されていることを特徴とする請求項1乃至14の何れか1項に記載の電気回路部品。

【請求項16】前記導電被覆層の外周面は、凸凹状に形成されている事を特徴とする請求項1乃至13の何れか1項に記載の電気回路部品。

【請求項17】前記導電被覆層の内周面は、凸凹状に形成されていることを特徴とする請求項1乃至13及び16の何れか1項に記載の電気回路部品。

【請求項18】前記コアの外周面は、凸凹状に形成されていることを特徴とする請求項1乃至13及び16の何れか1項に記載の電気回路部品。

【請求項19】前記両電極部間には、複数の導電ボールが介設されている事を特徴とする請求項1乃至13の何れか1項に記載の電気回路部品。

【請求項20】前記基板と素子との間は、樹脂封止されている事を特徴とする請求項1乃至13の何れか1項に記載の電気回路部品。

【請求項21】前記保持シートには、ノッチ及び／又はスリットが形成されており、引き裂き可能になされていることを特徴とする請求項7乃至12の何れか1項に記載の電気回路部品。

【請求項22】前記導電被覆層は、電気抵抗率が $1.6 \text{E}-8$ 乃至 $1.0 \text{E}-8 \Omega \cdot \text{m}$ の物質から形成されていることを特徴とする請求項1乃至12の何れか1項に記載の電気回路部品。

【請求項23】前記導電被覆層は、その膜厚を1乃至 $50 \mu\text{m}$ に設定されていることを特徴とする請求項22に記載の電気回路部品。

【請求項24】前記導電被覆層は、その膜厚を3乃至 $20 \mu\text{m}$ に設定されていることを特徴とする請求項23に記載の電気回路部品。

【請求項25】前記コアは、その直径を3乃至 $500 \mu\text{m}$ に設定されていることを特徴とする請求項1乃至12の何れか1項に記載の電気回路部品。

【請求項26】前記コアは、その直径を10乃至 $200 \mu\text{m}$ に設定されていることを特徴とする請求項25に記載の電気回路部品。

【請求項27】前記コアは、両電極間での接続に必要な荷重が加えられた場合に、その直径の変位量が5%以下となるような剛性を有している事を特徴とする請求項1乃至12の何れか1項に記載の電気回路部品。

【請求項28】前記コアは、両電極間での接続に必要な荷重が加えられた場合に、その直径の変位量が1%以下となるような剛性を有している事を特徴とする請求項27に記載の電気回路部品。

【請求項29】前記導電被覆層の凸凹の大きさが、 $R_{\text{max}}$ で接続される電極の膜厚の10%以上であり、導電被覆層の膜厚の2倍以下であることを特徴とする請求項

16乃至18の何れか1項に記載の電気回路部品。

【請求項30】電極部を有する電気回路素子と前記電気回路素子と接続するための電極部を有した電気回路基板を備えた電気回路部品の製造方法において、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電性を有する被覆層を有する導電ボールを、少なくとも1以上、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に介在させる第1の工程と、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部とにより、前記導電ボールを加圧する第2の工程と、前記導電ボールの導電被覆層を所定温度に加熱させる第3の工程と、前記加圧及び加熱により、前記電気回路素子の電極部及び前記導電ボール間の導電被覆層と、前記電気回路基板の電極部及び前記導電ボール間の導電被覆層とを夫々移動させて、前記コアと両電極部とを接触させる第4の工程と、前記導電被覆層を冷却して、前記コアと両電極部との接触を維持させて前記導電被覆層及び両電極部を金属化又は合金化させる第5の工程とを具備することを特徴とする電気回路部品の製造方法。

【請求項31】電極部を有する電気回路素子と前記電気回路素子と接続するための電極部を有した電気回路基板を備えた電気回路部品の製造方法において、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電性を有する被覆層を有する導電ボールを、前記電気回路素子の電極部及び前記電気回路基板の電極部の一方の上に少なくとも1以上載置させる第1の工程と、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部の他方を、前記導電ボール上に重ねさせ、該導電ボールを両電極により挟持させる第2の工程と、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部とにより、前記導電ボールを加圧する第3の工程と、前記導電ボールの導電被覆層を所定温度に加熱させる第4の工程と、前記加圧及び加熱により、前記電気回路素子の電極部と前記導電ボールとの間の導電被覆層と、前記電気回路基板の電極部と前記導電ボールとの間の導電被覆層とを夫々移動させて、前記コアと両電極部とを接触させる第5の工程と、前記導電被覆層を冷却して、前記コアと両電極部との接触を維持させて前記導電被覆層及び両電極部を金属化又は合金化させる第6の工程とを具備することを特徴とする電気回路部品の製造方法。

【請求項32】電極部を有する電気回路素子と前記電気回路素子と接続するための電極部を有した電気回路基板を備えた電気回路部品の製造方法において、前記電気回路素子及び電気回路基板の一方の上に、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電性を有する被覆層を有する導電ボールの直径よりも薄く形成され、前

記電極に対応した位置に開口が形成されたマスク部材を、該開口が該電極に対応する状態で載置する第1の工程と、

前記マスク部材の開口内に、前記導電ボールを収納して、該導電ボールを、前記電気回路素子及び電気回路基板の電極部の一方の上に少なくとも1以上載置させる第2の工程と、

前記電気回路素子及び電気回路基板の他方を、これの電極部が前記導電ボール上に重なるように載置して、該導電ボールを両電極により挟持させる第3の工程と、

前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部とにより、前記導電ボールを加圧する第4の工程と、

前記導電ボールの導電被覆層を所定温度に加熱させる第5の工程と、

前記加圧及び加熱により、前記電気回路素子の電極部及び前記導電ボール間の導電被覆層と、前記電気回路基板の電極部及び前記導電ボール間の導電被覆層とを夫々移動させて、前記コアと両電極部とを接触させる第6の工程と、

前記導電被覆層を冷却して、前記コアと両電極部との接触を維持させて前記導電被覆層及び両電極部を金属化又は合金化させる第7の工程と、

前記マスク部材を取り除く第8の工程とを具備することを特徴とする電気回路部品の製造方法。

【請求項33】電極部を有する電気回路素子と前記電気回路素子と接続するための電極部を有した電気回路基板を備えた電気回路部品の製造方法において、前記電気回路素子及び電気回路基板の一方の上に、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電性を有する被覆層を有する導電ボールの直径よりも薄く形成され、前記電極に対応した位置に第1の開口が形成された第1のマスク部材を、該開口が該電極に対応する状態で載置する第1の工程と、

この第1のマスク部材上に、該第1のマスク部材との合計の厚さが、前記導電ボールの直径の1.5倍よりも薄くなるように形成されると共に、前記電極に対応した位置に第2の開口が形成された第2のマスク部材を、第1及び第2の開口が連通するように重ね合わせる第2の工程と、

前記第1及び第2のマスク部材の第1及び第2の開口内に、前記導電ボールを収納して、該導電ボールを、前記電気回路素子及び電気回路基板の電極部の一方の上に少なくとも1以上載置させる第3の工程と、

前記第2のマスク部材を取り除く第4の工程と、

前記電気回路素子及び電気回路基板の他方を、これの電極部が前記導電ボール上に重なるように載置して、該導電ボールを両電極により挟持させる第5の工程と、

前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部とにより、前記導電ボールを加圧する第6の工程と、

前記導電ボールの導電被覆層を所定温度に加熱させる第

7の工程と、

前記加圧及び加熱により、前記電気回路素子の電極部及び前記導電ボール間の導電被覆層と、前記電気回路基板の電極部及び前記導電ボール間の導電被覆層とを夫々移動させて、前記コアと両電極部とを接触させる第8の工程と、

前記導電被覆層を冷却して、前記コアと両電極部との接触を維持させて前記導電被覆層及び両電極部を金属化又は合金化させる第9の工程と、

前記第1のマスク部材を取り除く第10の工程とを具備することを特徴とする電気回路部品の製造方法。

【請求項34】電極部を有する電気回路素子と前記電気回路素子と接続するための電極部を有した電気回路基板を備えた電気回路部品の製造方法において、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電性を有する被覆層を備える導電ボールと、前記電気回路素子の電極部及び前記電気回路基板の電極部の一方とを接触させる第1の工程と、

前記一方の電極部と、前記導電ボールとを互いに加圧する第2の工程と、

前記導電ボールの導電被覆層を所定温度に加熱させる第3の工程と、

前記加圧及び加熱により、前記一方の電極部と前記導電ボールとの間の導電被覆層を移動させて、前記コアと前記一方の電極部とを接触させる第4の工程と、

前記導電被覆層を冷却して、前記コアと前記一方の電極部との接触を維持させて、該導電被覆層及び該一方の電極部を金属化又は合金化させる第5の工程と、

前記一方の電極に接続された導電ボールと、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部の他方とを接触させ、該導電ボールを両電極により挟持させる第6の工程と、

前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部とにより、前記導電ボールを加圧する第7の工程と、前記導電ボールの導電被覆層を所定温度に加熱させる第8の工程と、

前記加圧及び加熱により、前記他方の電極部と前記導電ボールとの間の導電被覆層を移動させて、前記コアと該他方の電極部とを接触させる第9の工程と、

前記導電被覆層を冷却して、前記コアと前記他方の電極部との接触を維持させて前記導電被覆層及び該他方の電極部を金属化又は合金化させる第10の工程とを具備することを特徴とする電気回路部品の製造方法。

【請求項35】電極部を有する電気回路素子と前記電気回路素子と接続するための電極部を有した電気回路基板を備えた電気回路部品の製造方法において、前記電極に対応した凹部を上面に有する型の、前記凹部内に、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電性を有する被覆層を備える導電ボールを一部突出した状態で収納する第1の工程と、

前記導電ボールと、前記電気回路素子の電極部及び前記電気回路基板の電極部の一方とを接触させる第2の工程と、

前記一方の電極部と前記凹部とにより、前記導電ボールを加圧する第3の工程と、

前記導電ボールの導電被覆層を所定温度に加熱させる第4の工程と、

前記加圧及び加熱により、前記一方の電極部と前記導電ボールとの間の導電被覆層を移動させて、前記コアと前記一方の電極部とを接触させる第5の工程と、

前記導電被覆層を冷却して、前記コアと前記一方の電極部との接触を維持させて、該導電被覆層及び該一方の電極部を金属化又は合金化させる第6の工程と、

前記型から、前記導電ボールが接続された前記電気回路素子及び電気回路基板の一方を取り出す第7の工程と、前記一方の電極に接続された導電ボールと、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部の他方とを接触させ、該導電ボールを両電極により挟持させる第8の工程と、

前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部とにより、前記導電ボールを加圧する第9の工程と、前記導電ボールの導電被覆層を所定温度に加熱させる第10の工程と、

前記加圧及び加熱により、前記他方の電極部と前記導電ボールとの間の導電被覆層を移動させて、前記コアと該他方の電極部とを接触させる第11の工程と、

前記導電被覆層を冷却して、前記コアと前記他方の電極部との接触を維持させて前記導電被覆層及び該他方の電極部を金属化又は合金化させる第12の工程とを具備することを特徴とする電気回路部品の製造方法。

【請求項36】前記電気回路素子は、少なくとも1以上の光電変換素子を備えることを特徴とする請求項30乃至35の何れか1項に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項37】前記導電被覆層の外周面は、滑らかな曲面状に形成されていることを特徴とする請求項30乃至36の何れか1項に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項38】前記コアの外周面は、滑らかな曲面状に形成されていることを特徴とする請求項30乃至37の何れか1項に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項39】前記導電被覆層の外周面は、凸凹状に形成されている事を特徴とする請求項30乃至36の何れか1項に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項40】前記導電被覆層の内周面は、凸凹状に形成されていることを特徴とする請求項30乃至36及び39の何れか1項に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項41】前記コアの外周面は、凸凹状に形成されていることを特徴とする請求項30乃至36及び39の何れか1項に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項42】前記第1の工程において、複数の導電ボールを両電極部間に介設させる事を特徴とする請求項3



0又は31に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項43】前記第2の工程において、複数の導電ボールを両電極部間に介設させる事を特徴とする請求項32に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項44】前記第3の工程において、複数の導電ボールを両電極部間に介設させる事を特徴とする請求項33に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項45】前記第1の工程において、複数の導電ボールを前記一方の電極部に一度に接触させる事を特徴とする請求項34に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項46】前記第1の工程において、複数の導電ボールを前記凹部内に一度に収納する事を特徴とする請求項35に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項47】前記基板と素子との間を、樹脂により封止する工程を更に具備する事を特徴とする請求項30乃至35の何れか1項に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項48】前記マスク部材には、ノッチ及び／又はスリットが形成されており、引き裂き可能になされている事を特徴とする請求項32又は33に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項49】前記導電被覆層は、電気抵抗率が $1.6 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ の物質から形成されている事を特徴とする請求項30乃至35の何れか1項に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項50】前記導電被覆層は、その膜厚を1乃至50 $\mu m$ に設定されている事を特徴とする請求項49に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項51】前記導電被覆層は、その膜厚を3乃至20 $\mu m$ に設定されている事を特徴とする請求項50に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項52】前記コアは、その直径を3乃至500 $\mu m$ に設定されている事を特徴とする請求項30乃至35の何れか1項に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項53】前記コアは、その直径を10乃至200 $\mu m$ に設定されている事を特徴とする請求項52に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項54】前記コアは、両電極間での接続に必要な荷重が加えられた場合に、その直径の変位量が5%以下となるような剛性を有している事を特徴とする請求項30乃至35の何れか1項に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項55】前記コアは、両電極間での接続に必要な荷重が加えられた場合に、その直径の変位量が1%以下となるような剛性を有している事を特徴とする請求項54に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項56】前記導電被覆層の凸凹の大きさが、 $R_{max}$ で接続される電極の膜厚の10%以上であり、導電被覆層の膜厚の2倍以下であることを特徴とする請求項39乃至41の何れか1項に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項57】前記第2の工程における前記導電ボールの加圧は、前記電気回路素子と前記電気回路基板とを互いに近接させることにより実行し、

該電気回路素子の電極と該電気回路基板の電極との距離が、前記導電ボールのコアの直径と実質的に等しくなった時点で、前記近接動作を停止して、前記加圧動作を終了することを特徴とする請求項30に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項58】前記第3の工程における前記導電ボールの加圧は、前記電気回路素子と前記電気回路基板とを互いに近接させることにより実行し、

該電気回路素子の電極と該電気回路基板の電極との距離が、前記導電ボールのコアの直径と実質的に等しくなった時点で、前記近接動作を停止して、前記加圧動作を終了することを特徴とする請求項31に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項59】前記第4の工程における前記導電ボールの加圧は、前記電気回路素子と前記電気回路基板とを互いに近接させることにより実行し、

該電気回路素子の電極と該電気回路基板の電極との距離が、前記導電ボールのコアの直径と実質的に等しくなった時点で、前記近接動作を停止して、前記加圧動作を終了することを特徴とする請求項32に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項60】前記第6の工程における前記導電ボールの加圧は、前記電気回路素子と前記電気回路基板とを互いに近接させることにより実行し、

該電気回路素子の電極と該電気回路基板の電極との距離が、前記導電ボールのコアの直径と実質的に等しくなった時点で、前記近接動作を停止して、前記加圧動作を終了することを特徴とする請求項33に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項61】前記第7の工程における前記導電ボールの加圧は、前記電気回路素子と前記電気回路基板とを互いに近接させることにより実行し、

該電気回路素子の電極と該電気回路基板の電極との距離が、前記導電ボールのコアの直径と実質的に等しくなった時点で、前記近接動作を停止して、前記加圧動作を終了することを特徴とする請求項34に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項62】前記第9の工程における前記導電ボールの加圧は、前記電気回路素子と前記電気回路基板とを互いに近接させることにより実行し、

該電気回路素子の電極と該電気回路基板の電極との距離が、前記導電ボールのコアの直径と実質的に等しくなった時点で、前記近接動作を停止して、前記加圧動作を終了することを特徴とする請求項35に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項63】電極部を有する電気回路素子と、電極部を有する電気回路基板との、互いの電極部を接続するた

めの導電ボールにおいて、

略ボール形状の剛性を有するコアと、

このコアの周囲に被覆された導電性の被覆層とを具備する事を特徴とする導電ボール。

【請求項64】前記導電ボールの導電被覆層は、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、該電気回路素子の電極部及び該電気回路基板の電極部と電氣的及び機械的に夫々接続される事を特徴とする請求項63に記載の導電ボール。

【請求項65】電極部を有する電気回路素子と、電極部を有する電気回路基板との、互いの電極部を接続するための導電ボールにおいて、

剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、

電導性を有した材料により形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層とを具備することを特徴とする導電ボール。

【請求項66】前記導電ボールの導電被覆層は、前記電気回路素子の電極部及び前記電気回路基板の電極部と、夫々金属接合される事を特徴とする請求項65に記載の導電ボール。

【請求項67】前記導電被覆層の外周面は、滑らかな曲面状に形成されていることを特徴とする請求項63乃至66の何れか1項に記載の導電ボール。

【請求項68】前記コアの外周面は、滑らかな曲面状に形成されていることを特徴とする請求項63乃至67の何れか1項に記載の導電ボール。

【請求項69】前記導電被覆層の外周面は、凸凹状に形成されている事を特徴とする請求項63乃至66の何れか1項に記載の導電ボール。

【請求項70】前記導電被覆層の内周面は、凸凹状に形成されていることを特徴とする請求項63乃至66及び69の何れか1項に記載の導電ボール。

【請求項71】前記コアの外周面は、凸凹状に形成されていることを特徴とする請求項1乃至63乃至66及び69の何れか1項に記載の導電ボール。

【請求項72】前記導電被覆層は、電気抵抗率が $1 \cdot 6 \text{ E}-8$ 乃至 $10 \text{ E}-8 \Omega \cdot \text{m}$ の物質から形成されていることを特徴とする請求項63乃至66の何れか1項に記載の導電ボール。

【請求項73】前記導電被覆層は、その膜厚を1乃至 $50 \mu\text{m}$ に設定されていることを特徴とする請求項72に記載の導電ボール。

【請求項74】前記導電被覆層は、その膜厚を3乃至 $20 \mu\text{m}$ に設定されていることを特徴とする請求項73に記載の導電ボール。

【請求項75】前記コアは、その直径を3乃至 $500 \mu\text{m}$ に設定されていることを特徴とする請求項63乃至66の何れか1項に記載の導電ボール。

【請求項76】前記コアは、その直径を10乃至 $200$

$\mu\text{m}$ に設定されていることを特徴とする請求項75に記載の導電ボール。

【請求項77】前記コアは、両電極間での接続に必要な荷重が加えられた場合に、その直径の変位量が5%以下となるような剛性を有している事を特徴とする請求項63乃至66の何れか1項に記載の導電ボール。

【請求項78】前記コアは、両電極間での接続に必要な荷重が加えられた場合に、その直径の変位量が1%以下となるような剛性を有している事を特徴とする請求項77に記載の導電ボール。

【請求項79】前記導電被覆層の凸凹の大きさが、 $R_{\text{max}}$ で接続される電極の膜厚の10%以上であり、導電被覆層の膜厚の2倍以下であることを特徴とする請求項69乃至71の何れか1項に記載の導電ボール。

【請求項80】電極部を有する電気回路素子と、電極部を有する電気回路基板との、互いの電極部を接続するために用いられる導電接続部材において、

略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電性の被覆層が設けられた少なくとも1つの導電ボールと、

前記導電ボールを埋設保持する保持シートであって、電氣的絶縁性を有する材料から形成され、一方の面より該導電ボールの一部が突出して露出し、他方の面から該導電ボールの一部が突出して露出するように、該導電ボールを保持する保持シートとを具備することを特徴とする導電接続部材。

【請求項81】前記導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、該電気回路素子の電極部と前記保持シートの方の面より突出する該導電ボールの被覆層の部分との間、及び、該電気回路基板の電極部と前記保持シートの他方の面より突出する該導電ボールの被覆層の部分との間が電氣的及び機械的に接続される事を特徴とする請求項80に記載の導電接続部材。

【請求項82】電極部を有する電気回路素子と、電極部を有する電気回路基板との、互いの電極部を接続するために用いられる導電接続部材において、

剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、電導性を有した材料により形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層とを有する導電ボールと、

前記導電ボールを少なくとも1以上埋設保持する保持シートであって、電氣的絶縁性を有する材料から形成され、一方の面より該導電ボールの一部が突出して露出し、他方の面から該導電ボールの一部が突出して露出するように、該導電ボールを保持する保持シートとを具備することを特徴とする導電接続部材。

【請求項83】前記導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、該電気回路素子の電極部と前記保持シートの方の面より突出する該導電ボールの被覆層の部分との間、及び、

該電気回路基板の電極部と前記保持シートの他方の面より突出する該導電ボールの被覆層の部分との間が電氣的及び機械的に接続される事を特徴とする請求項82に記載の導電接続部材。

【請求項84】前記導電ボールの導電被覆層は、前記電気回路素子の電極部及び前記電気回路基板の電極部と、夫々を構成している材料を金属化及び／又は合金化して接続されている事を特徴とする請求項81又は83に記載の導電接続部材。

【請求項85】前記導電被覆層の外周面は、滑らかな曲面状に形成されていることを特徴とする請求項80乃至84の何れか1項に記載の導電接続部材。

【請求項86】前記コアの外周面は、滑らかな曲面状に形成されていることを特徴とする請求項80乃至85の何れか1項に記載の導電接続部材。

【請求項87】前記導電被覆層の外周面は、凸凹状に形成されている事を特徴とする請求項80乃至84の何れか1項に記載の導電接続部材。

【請求項88】前記導電被覆層の内周面は、凸凹状に形成されていることを特徴とする請求項80乃至84及び87の何れか1項に記載の導電接続部材。

【請求項89】前記コアの外周面は、凸凹状に形成されていることを特徴とする請求項80乃至84及び87の何れか1項に記載の導電接続部材。

【請求項90】前記導電被覆層は、電気抵抗率が $1.6E-8$ 乃至 $1.0E-8\Omega\cdot m$ の物質から形成されていることを特徴とする請求項80乃至84の何れか1項に記載の導電接続部材。

【請求項91】前記導電被覆層は、その膜厚を $1$ 乃至 $50\mu m$ に設定されていることを特徴とする請求項90に記載の導電接続部材。

【請求項92】前記導電被覆層は、その膜厚を $3$ 乃至 $20\mu m$ に設定されていることを特徴とする請求項91に記載の導電接続部材。

【請求項93】前記コアは、その直径を $3$ 乃至 $500\mu m$ に設定されていることを特徴とする請求項80乃至84の何れか1項に記載の導電接続部材。

【請求項94】前記コアは、その直径を $10$ 乃至 $200\mu m$ に設定されていることを特徴とする請求項93に記載の導電接続部材。

【請求項95】前記コアは、両電極間での接続に必要な荷重が加えられた場合に、その直径の変位量が $5\%$ 以下となるような剛性を有している事を特徴とする請求項80乃至84の何れか1項に記載の導電接続部材。

【請求項96】前記コアは、両電極間での接続に必要な荷重が加えられた場合に、その直径の変位量が $1\%$ 以下となるような剛性を有している事を特徴とする請求項95に記載の導電接続部材。

【請求項97】前記導電被覆層の凸凹の大きさが、 $R_{max}$ で接続される電極の膜厚の $10\%$ 以上であり、導電

被覆層の膜厚の $2$ 倍以下であることを特徴とする請求項87乃至89の何れか1項に記載の導電接続部材。

【請求項98】電極部を有する電気回路素子と、電極部を有する電気回路基板との、互いの電極部を接続するために用いられる導電接続部材の製造方法において、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電性の被覆層が設けられた少なくとも1つの導電ボールを、下型及び上型を両者が所定間隔だけ離間した状態で挟持する第1の工程と、

前記下型及び上型の間に、合成樹脂を充填する第2の工程と、

前記下型及び上型から成形材を離型させる第3の工程と、

離型した成形材の上下両面をエッチングして、合成樹脂製の保持シートの上下両面から、前記導電ボールの上部及び下部が夫々突出して露出させる第4の工程とを具備することを特徴とする導電接続部材の製造方法。

【請求項99】電極部を有する電気回路素子と、電極部を有する電気回路基板との、互いの電極部を接続するために用いられる導電接続部材の製造方法において、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電性の被覆層が設けられた少なくとも1つの導電ボールの下部を下型の第1の凹所内に載置する第1の工程と、

前記下型の第1の凹所に対応した第2の凹所が形成された上型を、この第2の凹所内に前記導電ボールの上部が収納されるように被せる第2の工程と、

前記下型及び上型の間に、合成樹脂を充填する第3の工程と、

前記下型及び上型から成形材を離型させる第4の工程と、

離型した成形材の上下両面をエッチングして、合成樹脂製の保持シートの上下両面から、前記導電ボールの上部及び下部が夫々突出して露出させる第5の工程とを具備することを特徴とする導電接続部材の製造方法。

【請求項100】前記第1及び第2の凹部は、前記導電ボールの半径よりも小さい深さを有するように形成されていることを特徴とする請求項99に記載の導電接続部材の製造方法。

【請求項101】前記導電被覆層の外周面は、滑らかな曲面状に形成されていることを特徴とする請求項98乃至100の何れか1項に記載の導電接続部材の製造方法。

【請求項102】前記コアの外周面は、滑らかな曲面状に形成されていることを特徴とする請求項98乃至101の何れか1項に記載の導電接続部材の製造方法。

【請求項103】前記導電被覆層の外周面は、凸凹状に形成されている事を特徴とする請求項98乃至100の何れか1項に記載の導電接続部材の製造方法。

【請求項104】前記導電被覆層の内周面は、凸凹状に形成されていることを特徴とする請求項98乃至100

及び103の何れか1項に記載の導電接続部材の製造方法。

【請求項105】前記コアの外周面は、凸凹状に形成されていることを特徴とする請求項30乃至98乃至100及び103の何れか1項に記載の導電接続部材の製造方法。

【請求項106】前記導電被覆層は、電気抵抗率が $1.6E-8$ 乃至 $10E-8\Omega\cdot m$ の物質から形成されていることを特徴とする請求項98乃至100の何れか1項に記載の導電接続部材の製造方法。

【請求項107】前記導電被覆層は、その膜厚を1乃至 $50\mu m$ に設定されていることを特徴とする請求項106に記載の導電接続部材の製造方法。

【請求項108】前記導電被覆層は、その膜厚を3乃至 $20\mu m$ に設定されていることを特徴とする請求項107に記載の導電接続部材の製造方法。

【請求項109】前記コアは、その直径を3乃至 $500\mu m$ に設定されていることを特徴とする請求項98乃至100の何れか1項に記載の導電接続部材の製造方法。

【請求項110】前記コアは、その直径を10乃至 $200\mu m$ に設定されていることを特徴とする請求項109に記載の導電接続部材の製造方法。

【請求項111】前記コアは、両電極間での接続に必要な荷重が加えられた場合に、その直径の変位量が5%以下となるような剛性を有している事を特徴とする請求項98乃至100の何れか1項に記載の導電接続部材の製造方法。

【請求項112】前記コアは、両電極間での接続に必要な荷重が加えられた場合に、その直径の変位量が1%以下となるような剛性を有している事を特徴とする請求項111に記載の導電接続部材の製造方法。

【請求項113】前記導電被覆層の凸凹の大きさが、 $R_{max}$ で接続される電極の膜厚の10%以上であり、導電被覆層の膜厚の2倍以下であることを特徴とする請求項103乃至105の何れか1項に記載の導電接続部材の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電極部を有する電気回路素子と前記電気回路素子と接続するための電極部を有した電気回路基板を備えた電気回路部品、及び、この電気回路部品の製造方法、及び、この電気回路部品の両電極部を接続するために用いられる導電ボール及び導電接続部材、及びこの導電接続部材の製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、電気回路素子を電気回路基板に電気的に接続して構成される電気回路部品に関する製造技術としては、以下に述べる方法が種々知られている。先ず、これら製造技術を分説する。

【0003】(1)ワイヤボンディング方法

図20(a)は、ワイヤボンディング方法によって接続された電気回路素子であるIC101と、電気回路基板であるプリント基板102とからなる電気回路部品を模式的に示す断面図である。このワイヤボンディング方法では、まず、プリント基板102上にAgペースト104を用いて、IC101をプリント基板102上に固定保持させ、次に、IC101表面に存在する電極部とプリント基板102上に設けられた配線パターン105とを、線径が $20\sim 100\mu m$ の金あるいはアルミからなる極細金属線103を用いて電気的に接続するように構成されている。

【0004】尚、接続後はポッティング方法等により樹脂106をIC101上に滴下し、IC101及び極細金属線103を外界より封止する。このようにして、最終的に電気回路部品が得られるように設定されている。

【0005】更に、この方法は、図20(b)に示すように電気回路基板としてリードフレーム107を用い、各リードフレーム107上にIC101を極細金属線103を介して接続し、トランスファーモールド法により樹脂106により封止する場合や、電気回路基板としてセラミックパッケージを用いる場合にも使用されている。

【0006】(2)CCB(Controlled Collapse Bonding)方法

図21(a)及び図21(b)と図22(a)及び図22(b)とは、それぞれ、米国特許第3,292,240号と3,303,393号とに記載されている電気回路素子及び電気回路基板の電気的接続方法を示している。

【0007】先ず、図21(a)及び図21(b)に示される電気的接続方法について説明する。この方法では、図21(a)に示すように、電気回路素子101の表面に設けられている電極部に電極108を設け、次に、電気回路素子表面を電極108を除いて全面的にガラス保護膜109で被覆し、電極108の(配線)材料及びガラス保護膜109と密着の良い金属膜110を電極部に設ける。ここで、ガラス保護膜109に設けられた開口部の底部に電極108が露出している構造をもっている。これにより、金属膜110は電極部の電極108及びこれの周囲のガラス保護膜109に渡り設けられることになる。

【0008】次に、この電極部に第1の合金ボール(例えば、 $Au75wt\%Sb25wt\%$ :融点 $360^{\circ}C$ )を配置し、電極部を第1の合金ボールの融点を越えるまで加熱して第1の合金ボールを溶融させ、電極部上に設けられた金属膜110と第1の合金ボールとの接続を行う。この後、電極部を冷却し、第1の合金ボールを凝固させる。これにより、電極108上に第1の合金111が突出した電気回路素子を得る。

【0009】一方、図21(b)に示すように、回路基板113の配線パターン105上に、第1の合金111の融点より低い融点を有する第2の合金112(例えば、Pb90wt%Sn10wt%：融点258℃(固)～301℃(液))を設け、電極部に第1の合金111が突出した電気回路素子101を図21(a)を上下逆さまにした状態で、第1の合金111が対応する配線パターン105に接触する状態で配置する。この後、電極部を、第1の合金111の融点以下で、且つ、第2の合金112の融点以上まで加熱することにより、第1の合金111が溶融することなく第2の合金112のみが溶融し、第2の合金112と第1の合金111とが接続される。

【0010】ここで、電気回路素子101は、第1の合金111の突出している高さ分だけ電気回路基板113の上方に持ち上げられた状態で接続及び固定配置されている。このため、電気回路素子101と電気回路基板113との電氣的短絡を確実に防ぐ事ができると共に、溶融させた後のフラックスを除去する際に、洗浄液が接続部に容易に進入できることから、フラックス洗浄を行って汚染物質を確実に除去した電気回路部品を得る事ができる。

【0011】この方法の応用として、第2の合金112を用いず、電気回路基板113上に第1の合金111が溶融した際に流れ出ることを防止するダム(図示せず)を設け、電気回路素子101の電極108上に第1の合金111の最初の溶融時に表面張力によりその大きさを制限する金属膜(BLM(Boll Limited Metal)層、例えばTi/Cu/Ni、Cr/Cu/Au)を設け、その上に設けられた第1の合金111(例えばPb95wt%Sn5wt%)を溶融接続して半田バンプ(高さ100～200μm)を形成し、この後、半田バンプを回路基板との接続時に再度溶融し、基板113のダムにより横方向への広がりを制限された半田の溶融時の表面張力により電気回路素子を持ち上げて基板の電極部と接続する方法が、CCB方法である。

【0012】更に、このCCB方法は、近年、BGA(Boll Grid Array)方法と呼ばれて、半導体素子パッケージの電極部とプリント基板の電極部との接続方法としての、例えばPb40%Sn60%、Pb36%Sn62%Ag2%、Pb81%In19%、Pb90%Sn10%の半田バンプを、パッケージの電極に形成し、基板の電極との接続に应用されている。

【0013】次に、図22(a)及び図22(b)に示す接続方法について説明する。この方法では、図22(a)に示すように、電気回路素子の電極部の電極108に合金層115(例えば、Pb95wt%Sn5wt%、融点300℃(固)～314℃(液))を設け、その上に合金層115の溶融温度で変形しない導電材料か

らなるボール114(例えば無酸素銅、直径127～152.4μm)を配置し、合金層115の融点まで加熱する事によりボール114と接続を行う。

【0014】この後、図22(b)に示すように、回路基板113上の配線部105に電気回路素子101に設けられた合金層115より低い融点の第2の合金層116(例えば、Pb90%Sn10%、融点268℃(固)～301℃(液))を設ける。そして、ボール114が接続された電気回路素子101を、図22(a)に示す状態とは上下逆さまの状態で回路基板113上に、ボール114が対応する第2の合金層116に接続する状態で配置する。そして、電極部を第2の合金層116の融点まで加熱して第2の合金層116を溶融させ、ボール114と第2の合金層116とを接続し電気回路部品を得る。

【0015】この方法では、ボール114の融点(Cu:1083℃)が第1及び第2の合金層115、116の融点より大幅に高く、第2の合金層116を溶融させるための加熱時に溶融するおそれがないため、各々の合金層115、116との接続時の加熱温度制御範囲が広くとれることで、接続が容易となる利点がある。

【0016】(3)例えば、特開公昭59-139636号公報に開示されたTAB(Tape Automated Bonding)方法

図23(b)及び図23(c)は、TAB方法により接続された電気回路部品を模式的に夫々示す断面図である。

【0017】このTAB方法は、テープキャリア方式による自動ボンディング方法である。以下に、このTAB方法の代表例を順を追って説明する。

【0018】先ず、図23(a)に示すように、IC101が形成されている半導体ウェハ全面に多層のバリアメタル層118(例えば、Ti/W、Ti/Pt、Cr/Cu、Cr/Ni等)を蒸着により形成し、その上にレジストを塗布し、電極部108上に開口を有する様にレジストを露光現像する。次に、バリアメタル層118を電極として電気メッキによりAuバンプ119を高さが15～30μm程度となる様にレジスト開口部に形成し、この後、レジストを剥離する。更に、露出しているバリアメタル層118をエッチングし、電極部108上にAuバンプ119を形成する。そして、半導体ウェハを切断しバンプ付き半導体チップを得る。

【0019】ここで、キャリアテープは、図23(b)に示すように、絶縁フィルム121(例えばポリイミドフィルム厚み75～125μm)上に銅からなるリードパターン(厚み18～35μm)が形成され、半導体チップ101と接続される部分では、フィルムに開口部が設けられリードが露出し、その表面を厚み0.3～0.5μmでSnメッキされたインナーリード120を持つ様に形成される。

【0020】このキャリアテープのインナーリード120と半導体チップ101の金バンパ119とを位置合わせした後、500℃前後の温度と30～40g/リードの圧力により熱圧着によりインナーリード120とAuバンパ119とにAu-Sn共晶接合をおこさせて接続する。尚、接続後に、樹脂を滴下し硬化することにより半導体チップを封止する。

【0021】次に、図23(c)に示すように、半導体チップ101が接続されたキャリアテープから、アウターリード122を切断し、アウターリード122と基板のランドとを半田123、異方性導電膜等により接続することで、電気回路部品を得る。

【0022】また、TAB方法とは異なるが、図24に示す様に、TAB方法で使用するAuバンパ119を用いて、半導体チップ101のAuバンパ119を直接回路基板113の電極部105と熱圧着により接続し、電気回路部品を得る方法もある。

【0023】(4) 樹脂ボール方法 (HYBRIDS, Vol. 8, No. 6, pp. 3-25, 1992)

図25(a)及び図25(b)は、樹脂ボールの表面に導電性皮膜を設けた導電性樹脂ボールを用いた接続方法を示している。以下に、この接続方法を説明する。

【0024】図25(b)に示すように、導電性樹脂ボール124は、直径が5～10 $\mu$ mの樹脂ボール126表面にAuを500～数千オングストロームの膜厚でメッキにより被覆し導電層127を形成したものである。この導電ボール124を、図25(a)に示すように、基板113の電極105上に配置し、その基板113上に未硬化のエポキシ系接着剤125を介在させて半導体チップ101を載せ、導電性樹脂ボール124が約10～20%程度変形する様に加圧した状態で、この接着剤を硬化させて半導体チップ101を基板113と固着させる。このとき、電気的接続は、半導体チップ101と基板113とを導電性樹脂ボール124の変形後の間隔で固着させたことにより、樹脂ボール126の変形に伴う弾性反発力が、導電性樹脂ボール124の接続しているそれぞれの電極部108、105に働くことで、導電性樹脂ボール124の表面のAu層127と各電極108、105とが機械的に接触することのみにより得られている。

【0025】(5) 異方性導電シート接続方法

図26(a)及び図26(b)並びに図27に示す方法は、夫々、米国特許第3,320,658号及び第3,541,222号に示される接続方法を示している。以下に夫々の接続方法について説明する。

【0026】これらの方法は、いずれも絶縁性材料からなるシートに導電材料がそのシート両面に露出する様に保持された異方性導電シートを、互に対向する電極間に配置して電極間を接続するものである。

【0027】図26(a)及び図26(b)に示される

方法は、熱可塑性の絶縁材料(例えば、ポリエチレンテレフタレート等)からなるシート129に、導電材料128(例えばCu80%Ag15%P5%)を埋設することにより、電極108(例えばCu)上に導電材料を1つずつ配置するのではなく、1つのシートに複数の導電材料128を保持させることで、接続時の導電材料128のハンドリングの改善を図ったものである。このシート129を導電材料128が電極108間に挟まれる様に配置し、加熱することで、この導電材料128が溶融し電極108と接続される。

【0028】導電材料108の接続方式としては、溶接、鋲付け(溶融温度450℃以上)、半田付け(溶融温度450℃以下)のいずれかの方式で行われるが、いずれの方式も接続する導電材料128が液相状態で電極108と接続される方式である。また、このときの熱により導電材料128を保持しているシート129が熱可塑性であるため軟化し、導電材料128と電極108との接続される周囲を隙間なく覆い、加熱接続後にその状態で硬化し、電極間を絶縁する。

【0029】この異方性導電シートは、図26(a)に示すように、熱可塑性の絶縁材料からなるシート129に、導電材料からなるボール128(直径25.4 $\mu$ m～127 $\mu$ m)を、熱可塑性樹脂のシート129が軟化し、導電材料のボール128が軟化しない温度に加熱して、あらかじめ決められた場所(例えば、開口部を設けておく)に配置する。するとシート129が軟化し、ボール128をシート129両面から突出した状態に配置することができ、加熱をやめるとシート129が再び軟化し、図26(b)に示すように、このボール128を保持する。この工程を繰り返すことで、1つのシート129に複数の導電材料からなるボール128がシート129両面より突出した異方性導電シートを得ている。

【0030】図27に示す方法は、絶縁材料のシート131の中に配置される導電材料130が、1つの電極部108に複数配置される様に小型でありかつ、隣接する電極間を短絡しない大きさで配置を持つことにより、接続する電極部108とこの異方性導電シートとの位置決めを省くことを目指したものである。また、導電材料130が接続時の加圧により押し潰され電極との接触面積を確保することにより電気的に接続するため、導電材料130は加圧により変化しやすい鉛、金合金が用いられる。更に加圧により接続することで、電気回路部品の保守や設計の変更時に取り付け、取り外しを行えるものとしたものである。

【0031】この異方性導電シートは、絶縁性材料により格子の畝を絶縁性材料のベースシート上に形成し、更に、この格子の畝を鋳型として導電材料である金属を鋳込む。そして、ベースシートと格子の畝の部分をエッチング等により除去し、導電材料が突き出た異方性導電シートを得ている。

## 【0032】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記した種々の従来例では、電気回路素子を電気回路基板に電気的に接続して構成される電気回路部品に関する技術として、以下のような問題点がある。

## 【0033】(1)ワイヤボンディング方法

①IC101の接続部をIC101の内側に至るようにに設計すると、その接続部からIC101の保持されるプリント基板102の表面上の配線パターン105までを接続する極細金属線103が、IC101の外周縁部に接触し易くなる。接触した場合には、電気的に短絡し電気特性を満たせないだけでなくICを破壊してしまう。そこで、極細金属線103の長さを長く、また、接続部からの立ち上げ高さ(h)を高くすると、極細金属線103はその線径が非常に細く柔らかいため、製造工程時の振動や封止樹脂の注入時の樹脂圧力により変形し、極細金属線103同士が接触したり破断したりする虞がある。

【0034】従って、IC101の接続部は、IC101の周辺に配置する必要が生じ、回路設計上の制限を受けざるを得なくなる問題点がある。

【0035】②IC101の電極膜として通常使用されているAlは、大気中に露出しているためその表面に絶縁性の酸化膜を形成する。更に、電極部が露出した状態で、ウェハー裏面研磨、チップへの切断、基板上への固定配置と様々な工程を経るため、その露出している表面は汚染され、汚染層を形成している。通常は、接続時に加圧及び超音波振動を用いることにより、この接続を妨げる酸化膜、汚染層を破壊除去し、電極の真性面を露出させ、これと極細金属線103の金属とを拡散することにより金属的に接続する。そのため、接続時に加圧及び超音波振動が加えられる強度を持った極細金属線103の直径より大きいツール(キャピラリ)が必要である。ツールが隣接する極細金属線103と接触すると、隣接する極細金属線103を変形させたり、破断させたりする虞がある。そのため、ツールが隣接する極細金属線103と接触しない様に、接続部のピッチ寸法(隣接する接続部の中心間距離)としてある程度の間隔をとらざるを得ない制約がある。

【0036】従って、ICの大きさが決まれば必然的に接続部の最大数が決まることになる。ワイヤボンディング方法では、このピッチ寸法が通常0.2mm程度と大きいので、接続部の数は従って少なくならざるを得ない問題点がある。

【0037】③IC101上の接続部から測った極細金属線103の高さhは、通常0.2~0.4mmであるが、この高さを0.2mm以下にすることは、極細金属線103に接続用Auボールを形成する際の溶融温度によりAuボール近傍の極細金属線103が再結晶化し高度が高くなることと、①で述べたIC101との短絡の

点から比較的困難である問題点がある。

【0038】従って、IC101の実装厚みHを薄型化することが難しい。

【0039】④ワイヤボンディング方法では、極細金属線103の強度が低く極細金属線103のみでIC101を保持できないため、極細金属線103をIC101に接続する前に、IC101を基板102上に固定保持しなければならない。そのため、IC101裏面と基板102とを約10~30μm程度の厚みのAgペーストにより接着している。Agペーストは通常ディスペンサー等により基板102上に塗布されるが、Agペーストの粘度、突出圧、ディスペンサーノズル形状、IC101のマウント圧力のばらつき、更には、硬化時にAgペースト中の溶剤が揮発する際に発生する気泡の抜け方向が不規則である等の様々な要因によりその接着層は均一にならない。IC101は基板102上に最大θ(=sin<sup>-1</sup>(a/L)、IC101の対角長さ:L、ペーストの厚み:a)傾いて固定保持される。

【0040】IC101が受光素子の場合、この傾きは、受光面に入射する光路長さ差にズレを生じさせ、特に近年ICサイズが約10mm角から約5mm角へと小型化しているエリア型のCCDの様に、ICサイズが小さく、非常に多くの受光部を有する受光素子においては、傾斜角度が大きくなり受光特性を悪化させることになる。

【0041】従って、IC101が受光素子の場合には、接続して得られる電気回路部品に位置補正用の部品を取り付ける領域を設ける必要があり、ICサイズが小型化しても電気回路部品の小型化が難しくなる問題点がある。

【0042】⑤ワイヤボンディング方法では、③で述べた様にIC101上に約0.2~0.4mmの高さまで極細金属線103が存在する。IC101が受光素子の場合、受光素子の受光部及びその他の素子表面に入射した光がそれら表面で反射し、極細金属線103によって再度反射された受光部に入射し、受光信号にゴーストを発生させる。そこで、ゴースト信号を発生させないためには、受光部より接続部を遠ざける、あるいは、極細金属線103の高さを低くしなければならない。しかしながら、極細金属線103の高さを低くすることは③で述べた様に比較的困難である。

【0043】従って、IC101が受光素子の場合には、接続部を受光部から離さざるを得ず、受光素子の小型化を困難にする問題点がある。

【0044】⑥ワイヤボンディングでは、接続部毎に接続を行っているため、接続部の数が増加すると増加した分だけワイヤボンディングの作業時間が増加し、生産効率が悪くなる。

## 【0045】(2)CCB方法

①通常、電気回路素子であるICの電極材であるAlで

は、酸化膜により半田が濡れない、そのため、半田濡れの良い金属膜を電極上に形成しなければならず、更に電極膜との密着性、半田の拡散防止といった機能をもたせるため、通常2〜3層の多層膜を蒸着、フォトリソ、エッチングを用いて形成し、その上に半田バンパを形成する必要がある。

【0046】従って、工程数が多くコストが高くなる問題点がある。

【0047】②半田バンパの形成は、熔融時の表面張力を利用するため、半田量、熔融雰囲気、フラックス、BLMサイズ、BLM表面状態、加熱温度及びその分布、更に半田の合金比のばらつき(±10wt%)による融点のばらつき等により形状特に高さが不均一となりやすく、±10μm〜20μm程度は、通常、ばらついている。更に、半田バンパをより小型化すると、これらの影響がより現れやすくなり部分的に大きな半田バンパや小さいバンパができ、回路基板との接続時に半田バンパ間の短絡や、接続できない接続部を発生させたり、極端な場合には、チップ部品のマンハッタン現象の様に不均一な半田の表面張力によりICが浮き上がる。

【0048】そこで、半田バンパのばらつきによる接続できない接続部を荷重を加えることにより接続させることは、半田の表面張力によりICを基板上に支えているため、行うことができない。

【0049】従って、半田バンパの制御が難しいため、接続部の小型化を行うことが難しい問題点がある。

【0050】③半田バンパの形成時と接続時には半田を熔融する際に濡れ性を上げるため、フラックスを使用する。そのため、ICの信頼性を確保するために接続後に使用したフラックスを除去しなければならず、洗浄、乾燥工程が必要となる。また、接続部をICの内部に設けた場合には、フラックスあるいは、洗浄液が内部に残留しやすくなり、信頼性を低下させるため、入念な洗浄が必要となる。

【0051】従って、工程数が多くコスト高となる問題点がある。

【0052】④基板との接続時は、半田バンパの熔融時の表面張力のみでIC101を支えているため、半田バンパの大きさ、数と支えられるIC101の重量との間に限界が存在する。(T. Kamei and M. Nakayama, "Hybrid IC Structures Using Solder Reflow Technology", 28th Electronic Comp. Conf. Proc., pp172-182, 1978参照)

従って、接続数(半田バンパ数)及び半田バンパの大きさとICの大きさ(重量)とに制限を受ける問題点がある。

【0053】⑤図22に示される方法では、半田熔融温度で変形しないボールを用いて接続を行っているが、こ

のボールを半導体素子上の電極上に前もって設けられた半田と熔融接続し固定した後に、基板上の電極上に設けられた半田(半導体素子上の半田より低い融点)と再度熔融接続を行わないと、ボールを接続部に保持することが難しい。更に、接続する電極数が増加するとボール配置時間が長くなると共に、配置中の振動等により配置されたボールがズレない様に低速で配置しなければならない。そのため、生産効率が低下する。

【0054】更に、フラックスの洗浄もそれぞれの接続に対して必要となる。

【0055】従って、工程数が多く、生産効率も低くなるためコスト高となる。

【0056】⑥図22に示される方法では、非常に軽いボール自重( $d=5\mu\text{m}$ の銅ボールの時、 $9.57\mu\text{g}$ )のみで電極108上の半田と熔融固定するため、熔融後のボール高さは、電極108上の半田量及び合金比のばらつき、ボール表面状態、ボールサイズ(重量)、フラックス、熔融雰囲気、熔融温度及び分布等による熔融時の半田の表面張力のばらつきによって不均一となりやすい。この高さの不均一は、ボールが小型化するほど顕著となる。

【0057】一方、基板の電極108との接続は、IC側の半田を熔融させない加熱温度と加熱時間(320℃〜5min)で基板の電極108上の半田を熔融させて行っている。そのため、基板の電極108上の半田は、この高さのばらつきが存在してもボールと接触し接続が行われるよう厚く(多量)に形成する必要がある。

【0058】よって、ボールを小型化すると、ボール重量が小さくなり、自重に対し熔融時の半田の表面張力が相対的に大きくなり、より高さばらつきが大きくなる。そこで、基板の電極108上により厚く半田を設けなければならないが、アスペクト比1を越える様な厚膜を形成することは通常多くの困難をとまうため、小型化することが難しい。

【0059】また、ボール材料の無酸素銅は、融点としては、1083℃であるが軟化点は190℃であり、半田熔融の温度のみではボールが熔融して変形することがなくても加重に対しては、容易に変形してしまう。そのため、熔融接続時に加圧することにより高さばらつきの解消を図ることは、半導体素子と基板とが接触し半導体素子側端部と基板配線との短絡を発生させたり、半導体素子と基板との間隔が小さくなりその間にフラックスを残留させてしまう。

【0060】従って、ボールを小型化することのみにより、接続部を小型化することは困難である問題点がある。

【0061】また、図22に示される方法では、ボールを接続するのに十分な半田を夫々の電極から供給しなければならないため、半田を盛る電極の大きさは、ボール径以上の大きさが必要となる。例えば、ボール径が12



7~152.7 $\mu\text{m}$ に対して、基板のランド幅は、254~381 $\mu\text{m}$ も必要となる。

#### 【0062】(3) TAB方法

①半導体チップ101の接続部を半導体チップ101の内部にくる様に設計すると、インナーリード部の長さが長くなり、露出しているインナーリードが変形し易くなる。従って、すべてのインナーリードを半導体チップの各電極のAuバンパ上に配置することが困難になる。また、インナーリードが長くなることにより、インナーリードが自重により垂れ下がり接続部以外の半導体チップ表面あるいは、半導体チップ側端部と接触したりする。

【0063】従って、インナーリード部の長さが不必要に長くなることを避けるために、半導体チップの電極は半導体チップの周辺部に持ってくる必要が生じ、回路設計上の制限が生じる問題点がある。

【0064】②TAB方法においても、接続ピッチ寸法は、インナーリードのエッチング精度及び強度、接続時の加熱によるキャリアテープの熱膨張に伴うインナーリードズレ等の要因により0.08~0.15mm程度である。

【0065】従って、ワイヤボンディング方法の問題点②で述べたのと同様に、半導体チップサイズにより接続できる電極数が制限される問題点がある。

【0066】③半導体チップの電極上に、多層のバリアメタル層とAuバンパを、蒸着、フォトリソ、メッキ、エッチングといった複数の工程により形成する。更に、半導体ウェハ状態でAuバンパを形成するため、特性不良の半導体チップ上にもAuバンパが形成させてしまう。

【0067】従って、工程数が多く、更に不必要な部分にもAuバンパを形成してしまうため、コスト高となる問題点がある。

【0068】④半導体チップ上にAuバンパを電解メッキにより形成する際、バリアメタル層をメッキの共通電極層として使用するが、その厚みは数 $\mu\text{m}$ と厚みが薄いため、シート抵抗値が大きく、半導体ウェハが6インチから8インチへと大型化している近年では、中心部と周辺部で大きな電位差を生じ、Auバンパの成長サイズにばらつきを生じさせる要因の1つとなっている。そのため、通常6インチの半導体ウェハにおけるAuバンパは、 $\pm 5 \sim 10 \mu\text{m}$ 程度高さにばらつきを持っており、半導体ウェハの大型化に伴いばらつき幅は増大する。

【0069】そこで、バリアメタル層厚みを厚くすると、メッキ後のエッチングによるAuバンパ下のアンダーエッチングが増大し、エッチング中に半導体チップのA1電極がエッチングされる問題がある。

【0070】このような高さばらつきが存在することにより、接続当初は、高さの高いAuバンパのみがインナーリードと接触し加圧治具(コレット)により加圧され

る。そのため、高さの高いバンパには、大きな加重が加わり、半導体チップにクラックを発生させたり、つぶれすぎて隣接するバンパとショートしたりする。更に高さの低いバンパでは、加圧が不足し接続できずオープン不良を発生させる。

【0071】従って、今後半導体ウェハサイズが大型化し、Auバンパの高さばらつきが大きくなるため、接続不良を発生させやすくなる問題点がある。

【0072】更に、図24に示すように、直接、基板と接続する場合、このようなAuバンパの高さばらつきは、加圧コレットと基板との平行度がでていても、半導体チップがコレットに対して傾斜するため、加重分布が不均一となり、高加重領域において、半導体チップにクラックを発生させたり、隣接するバンパ間が短絡したりする。また、低加重領域においては、接続が不十分となりオープン不良を発生させたりする問題点がある。加圧コレットの平行度がでていない場合には、これらの問題がより大きくなる。

#### 【0073】(4) 樹脂ボール方法

①この方法では、樹脂ボール124の弾性反発力により接続を得ている。そのため、半導体チップ101と基板113との間隔の変化は、接触圧力の変化となり、接触抵抗値の変動となる。この間隔を維持しているのが、接着剤(樹脂)であるため、主に無機材料である半導体チップ101や基板113より熱膨張係数が大きく、温度変化により全体が相似的にサイズを変化させるのではなく、この間隔が、半導体チップ101及び基板113に対して大きく変化することになる。

【0074】従って、温度変化に対して接触抵抗が変動する不安定さをもっている。更に、接着剤として例えばエポキシ樹脂を用いたものでは、T<sub>g</sub>点が百数十℃であるため、特に高温環境においては、接着剤が軟化するため、接触部が開き接触抵抗が急激に上昇する問題点がある。

【0075】②樹脂ボール124の変形に表面の導電層127が追従する様に導電層の厚みは、非常に薄いものである。そのため導電経路の断面積は非常に小さくなる。例えば、樹脂ボール124の直径7.5 $\mu\text{m}$ 、Au膜厚0.05 $\mu\text{m}$ のボールが15%変形して高さ6.46 $\mu\text{m}$ 、横幅8.74 $\mu\text{m}$ で接続されている1つ導電性樹脂ボール124の導電経路を近似的に上記サイズの円柱として計算すると、114m $\Omega$ にもなる。そのため、通電できる電流値が大きくなると導電性樹脂ボール124が昇温しその周囲の接着剤を軟化させるだけでなく、樹脂ボール124をも軟化させることにより接触圧力が下がり、導電層127と電極との電氣的接続ができなくなる。

【0076】そこで、導電層127の膜厚を厚くし抵抗値を下げようとする、導電層127である金属の塑性変形が大きくなり、樹脂ボール124の弾性反発力を妨

げ、接触圧を下げ接触不良を発生させてしまうため、導電層127を厚くすることが難しい。

【0077】従って、接続の通電電流の値に制限が生じる。そのため、通常電流をほとんど流さない液晶ドライバICの様に接続可能な電気回路素子が限定される問題点がある。

【0078】また、通電電流を大きくする場合には、非常に多くの導電性樹脂ボール124を接続に配置し、並列接続とするため電極部の小型化が図れない問題点がある。

【0079】(5) 異方性導電シート方法

④図26(a)及び図26(b)に示す方法では、導電材料からなるボールを128熔融し、電極108と接続している。そのため、電極及び108の導電材料表面の酸化膜や汚染層を除去し真性面を露出させるフラックスが接続に必要な。しかし、シート129が熱可塑性であり、接続時の温度により軟化し、電極間を隙間なく覆うため、接続後にフラックスの洗浄を行うことができない。従って、接続近傍にフラックスが残留し電極が腐蝕するため、電気回路部品の信頼性が低下する。フラックスを使用しない場合には、不活性ガス雰囲気または還元性ガス雰囲気で作業することになり、作業性及びコストの点で好ましくない問題点がある。

【0080】④図26(a)及び図26(b)に示す方法では、導電材料からなるボール128を1つずつ加熱しシート129に配置固定するため、接続する導電ボール128の数が増加すると1つのシート129に導電ボール128を配置する時間がかかり、生産効率が悪い。

【0081】従って、接続数が増大すると生産効率が悪くなり、コスト高となる問題点がある。

【0082】⑤図27に示す方法では、異方性導電シート131と電極108との位置あわせを行わなくて良い様に、導電材料130は、接続する電極108以外の部分にも配置されている。そのため、シート面より突出している導電材料130は、電極108以外の部分にも接触する事になる。

【0083】通常接続される電気回路基板113は、その表面に電極108とつながった配線パターンをもち、その配線パターンを保護するため、接続する電極108以外は、通常絶縁性材料(例えば半田レジスト)によりコートされている。コートされている配線部の厚みは配線厚み+絶縁コート層厚となり接続する電極108の配線厚より大きくなる。

【0084】そのため、接続時には、異方性導電シート131の導電材料130と配線上の絶縁層とが一番最初に接触する。接続を望んだ電極108間を接続するためには、電極108以外の部分と接触している異方性導電シート131の導電材料130をより大きく変形させ、所望の電極108間に配置されている導電材料130を電極108と接触させなければならない。

【0085】従って、電極108以外と接触する導電材料130は、常に接続部に設けられた導電材料131より大きな力が加えられることにより、絶縁層を破壊したり、1つの基板113の配線間及び接続する2つの基板113の配線間で短絡を発生させたりする。

【0086】これを防ぐには、絶縁層をやめ、異方性導電シート131の導電材料130が存在する領域では、基板113の接続部以外でも接続部と同じ配線間隔をとり、更に異方性導電シート131面に対し、それぞれの基板113が電極108だけでなく配線までも鏡面対称配置にしなければならない。これは、接続する電極108が大型化したことと同じである。

【0087】従って、配線パターンに制限が設けられるため、小型化を行うことが難しい問題点がある。

【0088】④図27に示す方式では、異方性導電シート131と電極108との位置あわせを行い、そのため、電極108上に配置される導電材料130の数は、ある幅をもって必ずふれることになる。

【0089】更に、接続する電極108のピッチ寸法が小さくなると、電極108上に複数の導電材料130を配置しなければならないため、最低でも電極108のピッチ寸法の1/2以下の導電材料130のピッチ寸法を実現しなければならない。そのため、電極108のパターニング精度の2倍以上のパターニング精度が要求され、接続可能なピッチ寸法に限界がある。

【0090】従って、電極108間の接続抵抗値及び許容電流値は、必ずばらつきを持つと共に、接続ピッチ寸法に限界があるため、小型化が困難である問題点がある。

【0091】⑤図27に示す方法では、絶縁材料のベースシートの上に形成された絶縁性材料の格子の畝の中に導電性材料130を鋳込み、絶縁性ベースシートと絶縁性の格子の畝をエッチングすることで、格子の畝の部分が絶縁性シートとなり、その両面より導電材料130を露出させている。

【0092】そのため、導電材料130は、絶縁性シート面からは露出はしていても、シートの表面上に覆い被さったり、導電材料130上にシートが覆い被さったりさせることは、鋳造時に隣接する導電材料間が短絡することや、ベースシート側と開口側とが狭く中が広い開口径を持つ格子状の畝の製造が難しいことから、困難である。

【0093】よって、導電材料130のシート131への保持は、シート側壁の摩擦力だけで行わざるを得ず、異方性導電シート131の搬送及び配置時の振動等により、容易に導電材料が脱落する。

【0094】従って、電極108上に確実に導電材料130を配置することが難しく、接続不良を発生させる問題点がある。この出願に係る発明の第1の目的は、電気回路素子と電気回路基板とを、それぞれの電極部に特殊

な追加加工を施すことなく、接合性を上げ高密度に且つ低接続抵抗で接続することにより、電気回路部品の小型、薄型、高信頼性及びローコスト化を達成することである。

【0095】この出願に係る発明の第2の目的は、接合性を上げることにより、電気回路部品の小型、薄型、高信頼性及びローコスト化を達成することである。

【0096】この出願に係る発明の第3の目的は、導電ボールの小型化及び高密度化を図ることにより、電気回路部品のさらなる小型、薄型化を達成することである。

【0097】この出願に係る発明の第4の目的は、半導体素子を高密度に平行を保たせることにより、接続時に加圧分布の不均一による接合不良の発生を防ぐことを達成することである。

【0098】この出願に係る発明の第5の目的は、発光素子及び受光素子を高精度に接続することにより、電気回路部品の取り付け調整を大幅に緩和させることを達成することである。

【0099】この出願に係る発明の第6の目的は、光学基準となる受光素子の受光面と組立基準となる基板とを高精度に配置することにより、電気回路部品の小型化と受光特性の向上及び安定性を達成することである。

【0100】この出願に係る発明の第7の目的は、電気回路素子及び電気回路基板の電極と接続する複数の導電部材を高精度に配置し高密度化を図る事で、電気回路部品の更なる小型化、薄型化を達成することである。

【0101】この出願に係る発明の第8の目的は、受光素子に入射するゴースト光を削減して、電気回路部品の受光特性の向上を図ることである。

【0102】この出願に係る発明の第9の目的は、電気回路部品のより一層の小型化を実現させる電気回路部品の製造方法を提供することである。

【0103】この出願に係る発明の第10の目的は、電気回路素子及び電気回路基板の電極とを接続する導電部材とを個別に接続することにより、接続条件の異なる電気回路部品の接続方法を提供することである。

【0104】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、この発明に係る電気回路部品は、請求項1の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と、該電気回路素子と接続するための電極部を有する電気回路基板とを備える電気回路部品において、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に介在され、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電性の被覆層が設けられた少なくとも1つの導電ボールを具備し、前記導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、該電気回路素子の電極部と該導電ボールの被覆層との間、及び、該電気回路基板の電極部と該導電ボールの被覆層との間が電氣的及び機械的に接続されている事の特徴としている。

【0105】また、この発明に係る電気回路部品は、請求項2の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と、前記電気回路素子の電極部に対応する位置に設けられた電極部を有する電気回路基板とを互に対向させ、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に少なくとも1以上の導電ボールを介在させて両電極部間を接続した電気回路部品において、前記導電ボールは、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、電導性を有した材料により形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層とを備え、該導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、前記電気回路素子の電極部と前記導電被覆層との間、及び、前記電気回路基板の電極部と前記導電被覆層との間が、夫々を構成している材料を金属化及び／又は合金化して接続されている事の特徴としている。

【0106】また、この発明に係る電気回路部品は、請求項3の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と、前記電気回路素子の電極部に対応する位置に設けられた電極部を有する電気回路基板と、前記電気回路素子及び電気回路基板が互に対向した状態で、夫々の電極部の間に挟持され、該両電極部間を、電氣的及び機械的に接続する少なくとも1以上の導電ボールとを具備し、前記導電ボールは、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、電導性を有した材料により形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層とを備え、該導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、前記電気回路素子の電極部と前記導電被覆層との間、及び、前記電気回路基板の電極部と前記導電被覆層との間が、夫々を構成している材料を金属化及び／又は合金化して接続されている事の特徴としている。

【0107】また、この発明に係る電気回路部品は、請求項4の記載によれば、電極部を有する光電変換素子と、該光電変換素子と接続するための電極部を有する電気回路基板とを備える電気回路部品において、前記光電変換素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に介在され、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電性の被覆層が設けられた少なくとも1つの導電ボールを具備し、前記導電ボールは、前記光電変換素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、該光電変換素子の電極部と該導電ボールの被覆層との間、及び、該電気回路基板の電極部と該導電ボールの被覆層との間が電氣的及び機械的に接続されている事の特徴としている。

【0108】また、この発明に係る電気回路部品は、請求項5の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と、前記電気回路素子の電極部に対応する位置に設けられた電極部を有する電気回路基板とを互に対向させ、

前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に少なくとも1以上の導電ボールを介在させて両電極部間を接続した電気回路部品において、前記電気回路素子は、少なくとも1以上の光電変換素子を有し、前記電気回路基板は、少なくとも一部に透光性を有し、前記導電ボールは、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、電導性を有した材料により形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層とを備え、該導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、前記電気回路素子の電極部と前記導電被覆層との間、及び、前記電気回路基板の電極部と前記導電被覆層との間が、夫々を構成している材料を金属化及び／又は合金化して接続されている事の特徴としている。

【0109】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項6の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と、前記電気回路素子の電極部に対応する位置に設けられた電極部を有する電気回路基板と、前記電気回路素子及び電気回路基板が互いに対向した状態で、夫々の電極部の間に挟持され、該両電極部間を、電気的及び機械的に接続する少なくとも1以上の導電ボールとを具備し、前記電気回路素子は、少なくとも1以上の光電変換素子を有し、前記電気回路基板は、少なくとも一部に透光性を有し、前記導電ボールは、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、電導性を有した材料により形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層とを備え、該導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、前記電気回路素子の電極部と前記導電被覆層との間、及び、前記電気回路基板の電極部と前記導電被覆層との間が、夫々を構成している材料を金属化及び／又は合金化して接続されている事の特徴としている。

【0110】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項7の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と、該電気回路素子と接続するための電極部を有する電気回路基板とを備える電気回路部品において、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に介在され、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電性の被覆層が設けられた少なくとも1つの導電ボールと、前記導電ボールを埋設保持する保持シートであって、電気的絶縁性を有する材料から形成され、一方の面より該導電ボールの一部が突出して露出し、他方の面から該導電ボールの一部が突出して露出するように、該導電ボールを保持する保持シートとを具備し、前記導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、該電気回路素子の電極部と前記保持シート的一方の面より突出する該導電ボールの被覆層の一部との間、及び、該電気回路基板の電極部と前記保持シートの他方の面より突出する該導電ボールの

被覆層の一部との間が電気的及び機械的に接続されている事の特徴としている。

【0111】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項8の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と、前記電気回路素子の電極部に対応する位置に設けられた電極部を有する電気回路基板とを互いに対向させ、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に少なくとも1以上の導電ボールを介在させて両電極部間を接続した電気回路部品において、前記導電ボールを埋設保持する保持シートであって、電気的絶縁性を有する材料から形成され、一方の面より該導電ボールの一部が突出して露出し、他方の面から該導電ボールの一部が突出して露出するように、該導電ボールを保持する保持シートを備え、前記導電ボールは、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、電導性を有した材料により形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層とを備え、該導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、前記電気回路素子の電極部と前記保持シート的一方の面より突出した前記導電ボールの前記導電被覆層の部分との間、及び、前記電気回路基板の電極部と前記保持シートの他方の面より突出した該導電ボールの前記導電被覆層の部分との間が、夫々を構成している材料を金属化及び／又は合金化して接続されている事の特徴としている。

【0112】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項9の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と、前記電気回路素子の電極部に対応する位置に設けられた電極部を有する電気回路基板と、前記電気回路素子及び電気回路基板が互いに対向した状態で、夫々の電極部の間に挟持され、両電極部間を、電気的及び機械的に接続する少なくとも1以上の導電ボールと、前記導電ボールを埋設保持する保持シートであって、電気的絶縁性を有する材料から形成され、一方の面より該導電ボールの一部が突出して露出し、他方の面から該導電ボールの一部が突出して露出するように、該導電ボールを保持する保持シートとを具備し、前記導電ボールは、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、電導性を有した材料により形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層とを備え、該導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、前記電気回路素子の電極部と前記保持シート的一方の面より突出した前記導電ボールの前記導電被覆層の部分との間、及び、前記電気回路基板の電極部と前記保持シートの他方の面より突出した該導電ボールの前記導電被覆層の部分との間が、夫々を構成している材料を金属化及び／又は合金化して接続されている事の特徴としている。

【0113】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項10の記載によれば、電極部を有する光電変換素

子と、該光電変換素子と接続するための電極部を有する電気回路基板とを備える電気回路部品において、前記光電変換素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に介在され、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電性の被覆層が設けられた少なくとも1つの導電ボールと、前記導電ボールを埋設保持する保持シートであって、電気的絶縁性を有する材料から形成され、一方の面より該導電ボールの一部が突出して露出し、他方の面から該導電ボールの一部が突出して露出するように、該導電ボールを保持する保持シートとを具備し、前記導電ボールは、前記光電変換素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、該光電変換素子の電極部と前記保持シートの方の面より突出する該導電ボールの被覆層の部分との間、及び、該電気回路基板の電極部と前記保持シートの他方の面より突出する該導電ボールの被覆層の部分との間が電気的及び機械的に接続されている事を特徴としている。

【0114】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項11の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と、前記電気回路素子の電極部に対応する位置に設けられた電極部を有する電気回路基板とを互に対向させ、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に少なくとも1以上の導電ボールを介在させて両電極部間を接続した電気回路部品において、該少なくとも1以上の導電ボールを埋設保持する保持シートであって、電気的絶縁性を有する材料から形成され、一方の面より前記導電ボールの一部が突出して露出し、他方の面から該導電ボールの一部が突出して露出するように、該導電ボールを保持する保持シートを備え、前記電気回路素子は、少なくとも1以上の光電変換素子を有し、前記電気回路基板は、少なくとも一部に透光性を有し、前記保持シートは、空気又は封止樹脂よりも低い光透過率を有し、前記光電変換素子に対応する部分に開口部を有するように形成され、前記導電ボールは、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、電導性を有した材料により形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層とを備え、該導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、前記電気回路素子の電極部と前記保持シートの方の面より突出した前記導電ボールの前記導電被覆層の部分との間、及び、前記電気回路基板の電極部と前記保持シートの他方の面より突出した該導電ボールの前記導電被覆層の部分との間が、夫々を構成している材料を金属化及び／又は合金化して接続されている事を特徴としている。

【0115】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項12の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と、前記電気回路素子の電極部に対応する位置に設けられた電極部を有する電気回路基板と、前記電気回路素子及び電気回路基板が互に対向した状態で、夫々の電

極部の間に挟持され、両電極部間を、電気的及び機械的に接続する少なくとも1以上の導電ボールと、該少なくとも1以上の導電ボールを埋設保持する保持シートであって、電気的絶縁性を有する材料から形成され、一方の面より前記導電ボールの一部が突出して露出し、他方の面から該導電ボールの一部が突出して露出するように、該導電ボールを保持する保持シートとを具備し、前記電気回路素子は、少なくとも1以上の光電変換素子を有し、前記電気回路基板は、少なくとも一部に透光性を有し、前記保持シートは、空気又は封止樹脂よりも低い光透過率を有し、前記光電変換素子に対応する部分に開口部を有するように形成され、前記導電ボールは、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、電導性を有した材料により形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層とを備え、該導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、前記電気回路素子の電極部と前記保持シートの方の面より突出した前記導電ボールの前記導電被覆層の部分との間、及び、前記電気回路基板の電極部と前記保持シートの他方の面より突出した該導電ボールの前記導電被覆層の部分との間が、夫々を構成している材料を金属化及び／又は合金化して接続されている事を特徴としている。

【0116】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項13の記載によれば、前記導電ボールにより接続される電極部間の距離が、前記コアの直径と実質的に等しい距離であることを特徴としている。

【0117】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項14の記載によれば、前記導電被覆層の外周面は、滑らかな曲面状に形成されている事を特徴としている。

【0118】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項15の記載によれば、前記コアの外周面は、滑らかな曲面状に形成されている事を特徴としている。

【0119】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項16の記載によれば、前記導電被覆層の外周面は、凸凹状に形成されている事を特徴としている。

【0120】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項17の記載によれば、前記導電被覆層の内周面は、凸凹状に形成されている事を特徴としている。

【0121】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項18の記載によれば、前記コアの外周面は、凸凹状に形成されている事を特徴としている。

【0122】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項19の記載によれば、前記両電極部間には、複数の導電ボールが介設されている事を特徴としている。

【0123】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項20の記載によれば、前記基板と素子との間は、樹脂封止されている事を特徴としている。

【0124】また、この発明に係わる電気回路部品は、

請求項21の記載によれば、前記保持シートには、ノッチ及び／又はスリットが形成されており、引き裂き可能になされていることを特徴としている。

【0125】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項22の記載によれば、前記導電被覆層は、電気抵抗率が $1.6 \times 10^{-8}$ 乃至 $1.0 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ の物質から形成されていることを特徴としている。

【0126】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項23の記載によれば、前記導電被覆層は、その膜厚を1乃至 $50 \mu m$ に設定されていることを特徴としている。

【0127】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項24の記載によれば、前記導電被覆層は、その膜厚を3乃至 $20 \mu m$ に設定されていることを特徴としている。

【0128】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項25の記載によれば、前記コアは、その直径を3乃至 $500 \mu m$ に設定されていることを特徴としている。

【0129】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項26の記載によれば、前記コアは、その直径を10乃至 $200 \mu m$ に設定されていることを特徴としている。

【0130】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項27の記載によれば、前記コアは、両電極間での接続に必要な荷重が加えられた場合に、その直径の変位量が5%以下となるような剛性を有している事を特徴としている。

【0131】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項28の記載によれば、前記コアは、両電極間での接続に必要な荷重が加えられた場合に、その直径の変位量が1%以下となるような剛性を有している事を特徴としている。

【0132】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項29の記載によれば、前記導電被覆層の凸凹の大きさが、 $R_{max}$ で接続される電極の膜厚の10%以上であり、導電被覆層の膜厚の2倍以下であることを特徴としている。

【0133】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項30の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と前記電気回路素子と接続するための電極部を有した電気回路基板を備えた電気回路部品の製造方法において、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電性を有する被覆層を有する導電ボールを、少なくとも1以上、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に介在させる第1の工程と、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部とにより、前記導電ボールを加圧する第2の工程と、前記導電ボールの導電被覆層を所定温度に加熱させる第3の工程と、前記加圧及び加熱により、前記電気回路素子の電極

部及び前記導電ボール間の導電被覆層と、前記電気回路基板の電極部及び前記導電ボール間の導電被覆層とを夫々移動させて、前記コアと両電極部とを接触させる第4の工程と、前記導電被覆層を冷却して、前記コアと両電極部との接触を維持させて前記導電被覆層及び両電極部を金属化又は合金化させる第5の工程とを具備することを特徴としている。

【0134】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項31の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と前記電気回路素子と接続するための電極部を有した電気回路基板を備えた電気回路部品の製造方法において、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電性を有する被覆層を有する導電ボールを、前記電気回路素子の電極部及び前記電気回路基板の電極部の一方の上に少なくとも1以上載置させる第1の工程と、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部の他方を、前記導電ボール上に重ねさせ、該導電ボールを両電極により挟持させる第2の工程と、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部とにより、前記導電ボールを加圧する第3の工程と、前記導電ボールの導電被覆層を所定温度に加熱させる第4の工程と、前記加圧及び加熱により、前記電気回路素子の電極部と前記導電ボールとの間の導電被覆層と、前記電気回路基板の電極部と前記導電ボールとの間の導電被覆層とを夫々移動させて、前記コアと両電極部とを接触させる第5の工程と、前記導電被覆層を冷却して、前記コアと両電極部との接触を維持させて前記導電被覆層及び両電極部を金属化又は合金化させる第6の工程とを具備することを特徴としている。

【0135】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項32の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と前記電気回路素子と接続するための電極部を有した電気回路基板を備えた電気回路部品の製造方法において、前記電気回路素子及び電気回路基板の一方の上に、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電性を有する被覆層を有する導電ボールの直径よりも薄く形成され、前記電極に対応した位置に開口が形成されたマスク部材を、該開口が該電極に対応する状態で載置する第1の工程と、前記マスク部材の開口内に、前記導電ボールを収納して、該導電ボールを、前記電気回路素子及び電気回路基板の電極部の一方の上に少なくとも1以上載置させる第2の工程と、前記電気回路素子及び電気回路基板の他方を、これの電極部が前記導電ボール上に重なるように載置して、該導電ボールを両電極により挟持させる第3の工程と、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部とにより、前記導電ボールを加圧する第4の工程と、前記導電ボールの導電被覆層を所定温度に加熱させる第5の工程と、前記加圧及び加熱により、前記電気回路素子の電極部及び前記導電ボール間の導電被覆層と、前記電気回路基板の電極部及び前記導

電ボール間の導電被覆層とを夫々移動させて、前記コアと両電極部とを接触させる第6の工程と、前記導電被覆層を冷却して、前記コアと両電極部との接触を維持させて前記導電被覆層及び両電極部を金属化又は合金化させる第7の工程と、前記マスク部材を取り除く第8の工程とを具備することを特徴としている。

【0136】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項33の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と前記電気回路素子と接続するための電極部を有した電気回路基板を備えた電気回路部品の製造方法において、前記電気回路素子及び電気回路基板の一方の上に、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電性を有する被覆層を有する導電ボールの直径よりも薄く形成され、前記電極に対応した位置に第1の開口が形成された第1のマスク部材を、該開口が該電極に対応する状態で載置する第1の工程と、この第1のマスク部材上に、該第1のマスク部材との合計の厚さが、前記導電ボールの直径の1.5倍よりも薄くなるように形成されると共に、前記電極に対応した位置に第2の開口が形成された第2のマスク部材を、第1及び第2の開口が連通するように重ね合わせる第2の工程と、前記第1及び第2のマスク部材の第1及び第2の開口内に、前記導電ボールを収納して、該導電ボールを、前記電気回路素子及び電気回路基板の電極部の一方の上に少なくとも1以上載置させる第3の工程と、前記第2のマスク部材を取り除く第4の工程と、前記電気回路素子及び電気回路基板の他方を、これの電極部が前記導電ボール上に重なるように載置して、該導電ボールを両電極により挟持させる第5の工程と、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部とにより、前記導電ボールを加圧する第6の工程と、前記導電ボールの導電被覆層を所定温度に加熱させる第7の工程と、前記加圧及び加熱により、前記電気回路素子の電極部及び前記導電ボール間の導電被覆層と、前記電気回路基板の電極部及び前記導電ボール間の導電被覆層とを夫々移動させて、前記コアと両電極部とを接触させる第8の工程と、前記導電被覆層を冷却して、前記コアと両電極部との接触を維持させて前記導電被覆層及び両電極部を金属化又は合金化させる第9の工程と、前記第1のマスク部材を取り除く第10の工程とを具備することを特徴としている。

【0137】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項34の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と前記電気回路素子と接続するための電極部を有した電気回路基板を備えた電気回路部品の製造方法において、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電性を有する被覆層を備える導電ボールと、前記電気回路素子の電極部及び前記電気回路基板の電極部の一方とを接触させる第1の工程と、前記一方の電極部と、前記導電ボールとを互いに加圧する第2の工程と、前記導電ボールの導電被覆層を所定温度に加熱させる第3の工

程と、前記加圧及び加熱により、前記一方の電極部と前記導電ボールとの間の導電被覆層を移動させて、前記コアと前記一方の電極部とを接触させる第4の工程と、前記導電被覆層を冷却して、前記コアと前記一方の電極部との接触を維持させて、該導電被覆層及び該一方の電極部を金属化又は合金化させる第5の工程と、前記一方の電極部に接続された導電ボールと、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部の他方とを接触させ、該導電ボールを両電極により挟持させる第6の工程と、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部とにより、前記導電ボールを加圧する第7の工程と、前記導電ボールの導電被覆層を所定温度に加熱させる第8の工程と、前記加圧及び加熱により、前記他方の電極部と前記導電ボールとの間の導電被覆層を移動させて、前記コアと該他方の電極部とを接触させる第9の工程と、前記導電被覆層を冷却して、前記コアと前記他方の電極部との接触を維持させて前記導電被覆層及び該他方の電極部を金属化又は合金化させる第10の工程とを具備することを特徴としている。

【0138】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項35の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と前記電気回路素子と接続するための電極部を有した電気回路基板を備えた電気回路部品の製造方法において、前記電極に対応した凹部を上面に有する型の、前記凹部内に、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電性を有する被覆層を備える導電ボールを一部突出した状態で収納する第1の工程と、前記導電ボールと、前記電気回路素子の電極部及び前記電気回路基板の電極部の一方とを接触させる第2の工程と、前記一方の電極部と前記凹部とにより、前記導電ボールを加圧する第3の工程と、前記導電ボールの導電被覆層を所定温度に加熱させる第4の工程と、前記加圧及び加熱により、前記一方の電極部と前記導電ボールとの間の導電被覆層を移動させて、前記コアと前記一方の電極部とを接触させる第5の工程と、前記導電被覆層を冷却して、前記コアと前記一方の電極部との接触を維持させて、該導電被覆層及び該一方の電極部を金属化又は合金化させる第6の工程と、前記型から、前記導電ボールが接続された前記電気回路素子及び電気回路基板の一方を取り出す第7の工程と、前記一方の電極部に接続された導電ボールと、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部の他方とを接触させ、該導電ボールを両電極により挟持させる第8の工程と、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部とにより、前記導電ボールを加圧する第9の工程と、前記導電ボールの導電被覆層を所定温度に加熱させる第10の工程と、前記加圧及び加熱により、前記他方の電極部と前記導電ボールとの間の導電被覆層を移動させて、前記コアと該他方の電極部とを接触させる第11の工程と、前記導電被覆層を冷却して、前記コアと前記他方の電極部との接触を維持させて前記



導電被覆層及び該他方の電極部を金属化又は合金化させる第12の工程とを具備することを特徴としている。

【0139】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項36の記載によれば、前記電気回路素子は、少なくとも1以上の光電変換素子を備えることを特徴としている。

【0140】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項37の記載によれば、前記導電被覆層の外周面は、滑らかな曲面状に形成されていることを特徴としている。

【0141】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項38の記載によれば、前記コアの外周面は、滑らかな曲面状に形成されていることを特徴としている。

【0142】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項39の記載によれば、前記導電被覆層の外周面は、凸凹状に形成されている事を特徴としている。

【0143】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項40の記載によれば、前記導電被覆層の内周面は、凸凹状に形成されていることを特徴としている。

【0144】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項41の記載によれば、前記コアの外周面は、凸凹状に形成されていることを特徴としている。

【0145】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項42の記載によれば、前記第1の工程において、複数の導電ボールを両電極部間に介設させる事を特徴としている。

【0146】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項43の記載によれば、前記第2の工程において、複数の導電ボールを両電極部間に介設させる事を特徴としている。

【0147】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項44の記載によれば、前記第3の工程において、複数の導電ボールを両電極部間に介設させる事を特徴としている。

【0148】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項45の記載によれば、前記第1の工程において、複数の導電ボールを前記一方の電極部に一度に接触させる事を特徴としている。

【0149】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項46の記載によれば、前記第1の工程において、複数の導電ボールを前記凹部内に一度に収納する事を特徴としている。

【0150】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項47の記載によれば、前記基板と素子との間を、樹脂により封止する工程を更に具備する事を特徴としている。

【0151】また、この発明に係わる電気回路部品の製

造方法は、請求項48の記載によれば、前記マスク部材には、ノッチ及び／又はスリットが形成されており、引き裂き可能になされていることを特徴としている。

【0152】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項49の記載によれば、前記導電被覆層は、電気抵抗率が $1.6 \times 10^{-8}$ 乃至 $1.0 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ の物質から形成されていることを特徴としている。

【0153】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項50の記載によれば、前記導電被覆層は、その膜厚を1乃至50 $\mu m$ に設定されていることを特徴としている。

【0154】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項51の記載によれば、前記導電被覆層は、その膜厚を3乃至20 $\mu m$ に設定されていることを特徴としている。

【0155】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項52の記載によれば、前記コアは、その直径を3乃至500 $\mu m$ に設定されていることを特徴としている。

【0156】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項53の記載によれば、前記コアは、その直径を10乃至200 $\mu m$ に設定されていることを特徴としている。

【0157】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項54の記載によれば、前記コアは、両電極間での接続に必要な荷重が加えられた場合に、その直径の変位量が5%以下となるような剛性を有している事を特徴としている。

【0158】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項55の記載によれば、前記コアは、両電極間での接続に必要な荷重が加えられた場合に、その直径の変位量が1%以下となるような剛性を有している事を特徴としている。

【0159】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項56の記載によれば、前記導電被覆層の凸凹の大きさが、 $R_{max}$ で接続される電極の膜厚の10%以上であり、導電被覆層の膜厚の2倍以下であることを特徴としている。

【0160】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項57の記載によれば、前記第2の工程における前記導電ボールの加圧は、前記電気回路素子と前記電気回路基板とを互いに近接させることにより実行し、該電気回路素子の電極と該電気回路基板の電極との距離が、前記導電ボールのコアの直径と実質的に等しくなった時点で、前記近接動作を停止して、前記加圧動作を終了することを特徴としている。

【0161】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項58の記載によれば、前記第3の工程における前記導電ボールの加圧は、前記電気回路素子と前記電気回路基板とを互いに近接させることにより実行



し、該電気回路素子の電極と該電気回路基板の電極との距離が、前記導電ボールのコアの直径と実質的に等しくなった時点で、前記近接動作を停止して、前記加圧動作を終了することを特徴としている。

【0162】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項59の記載によれば、前記第4の工程における前記導電ボールの加圧は、前記電気回路素子と前記電気回路基板とを互いに近接させることにより実行し、該電気回路素子の電極と該電気回路基板の電極との距離が、前記導電ボールのコアの直径と実質的に等しくなった時点で、前記近接動作を停止して、前記加圧動作を終了することを特徴としている。

【0163】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項60の記載によれば、前記第6の工程における前記導電ボールの加圧は、前記電気回路素子と前記電気回路基板とを互いに近接させることにより実行し、該電気回路素子の電極と該電気回路基板の電極との距離が、前記導電ボールのコアの直径と実質的に等しくなった時点で、前記近接動作を停止して、前記加圧動作を終了することを特徴としている。

【0164】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項61の記載によれば、前記第7の工程における前記導電ボールの加圧は、前記電気回路素子と前記電気回路基板とを互いに近接させることにより実行し、該電気回路素子の電極と該電気回路基板の電極との距離が、前記導電ボールのコアの直径と実質的に等しくなった時点で、前記近接動作を停止して、前記加圧動作を終了することを特徴としている。

【0165】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項62の記載によれば、前記第9の工程における前記導電ボールの加圧は、前記電気回路素子と前記電気回路基板とを互いに近接させることにより実行し、該電気回路素子の電極と該電気回路基板の電極との距離が、前記導電ボールのコアの直径と実質的に等しくなった時点で、前記近接動作を停止して、前記加圧動作を終了することを特徴としている。

【0166】また、この発明に係わる導電ボールは、請求項63の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と、電極部を有する電気回路基板との、互いの電極部を接続するための導電ボールにおいて、略ボール形状の剛性を有するコアと、このコアの周囲に被覆された導電性の被覆層とを具備する事を特徴としている。

【0167】また、この発明に係わる導電ボールは、請求項64の記載によれば、前記導電ボールの導電被覆層は、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、該電気回路素子の電極部及び該電気回路基板の電極部と電気的及び機械的に夫々接続されている事を特徴としている。

【0168】また、この発明に係わる導電ボールは、請求項65の記載によれば、電極部を有する電気回路素子

と、電極部を有する電気回路基板との、互いの電極部を接続するための導電ボールにおいて、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、導電性を有した材料により形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層とを具備することを特徴としている。

【0169】また、この発明に係わる導電ボールは、請求項66の記載によれば、前記導電ボールの導電被覆層は、前記電気回路素子の電極部及び前記電気回路基板の電極部と、夫々を構成している材料を金属化及び／又は合金化して接続されている事を特徴としている。

【0170】また、この発明に係わる導電ボールは、請求項67の記載によれば、前記導電被覆層の外周面は、滑らかな曲面状に形成されていることを特徴としている。

【0171】また、この発明に係わる導電ボールは、請求項68の記載によれば、前記コアの外周面は、滑らかな曲面状に形成されていることを特徴としている。

【0172】また、この発明に係わる導電ボールは、請求項69の記載によれば、前記導電被覆層の外周面は、凸凹状に形成されている事を特徴としている。

【0173】また、この発明に係わる導電ボールは、請求項70によれば、前記導電被覆層の内周面は、凸凹状に形成されていることを特徴としている。

【0174】また、この発明に係わる導電ボールは、請求項71の記載によれば、前記コアの外周面は、凸凹状に形成されていることを特徴としている。

【0175】また、この発明に係わる導電ボールは、請求項72の記載によれば、前記導電被覆層は、電気抵抗率が $1.6 \times 10^{-8}$ 乃至 $1.0 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ の物質から形成されていることを特徴としている。

【0176】また、この発明に係わる導電ボールは、請求項73の記載によれば、前記導電被覆層は、その膜厚を $1$ 乃至 $50 \mu m$ に設定されていることを特徴としている。

【0177】また、この発明に係わる導電ボールは、請求項74の記載によれば、前記導電被覆層は、その膜厚を $3$ 乃至 $20 \mu m$ に設定されていることを特徴としている。

【0178】また、この発明に係わる導電ボールは、請求項75の記載によれば、前記コアは、その直径を $3$ 乃至 $500 \mu m$ に設定されていることを特徴としている。

【0179】また、この発明に係わる導電ボールは、請求項76の記載によれば、前記コアは、その直径を $10$ 乃至 $200 \mu m$ に設定されていることを特徴としている。

【0180】また、この発明に係わる導電ボールは、請求項77の記載によれば、前記コアは、両電極間での接続に必要な荷重が加えられた場合に、その直径の変位量が $5\%$ 以下となるような剛性を有している事を特徴とし

ている。

【0181】また、この発明に係わる導電ボールは、請求項78の記載によれば、前記コアは、両電極間での接続に必要な荷重が加えられた場合に、その直径の変位量が1%以下となるような剛性を有している事を特徴としている。

【0182】また、この発明に係わる導電ボールは、請求項79の記載によれば、前記導電被覆層の凸凹の大きさが、 $R_{max}$ で接続される電極の膜厚の10%以上であり、導電被覆層の膜厚の2倍以下であることを特徴としている。

【0183】また、この発明に係わる導電接続部材は、請求項80の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と、電極部を有する電気回路基板との、互いの電極部を接続するために用いられる導電接続部材において、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電性の被覆層が設けられた少なくとも1つの導電ボールと、前記導電ボールを埋設保持する保持シートであって、電気的絶縁性を有する材料から形成され、一方の面より該導電ボールの一部が突出して露出し、他方の面から該導電ボールの一部が突出して露出するように、該導電ボールを保持する保持シートとを具備することを特徴としている。

【0184】また、この発明に係わる導電接続部材は、請求項81の記載によれば、前記導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、該電気回路素子の電極部と前記保持シートの方の面より突出する該導電ボールの被覆層の部分との間、及び、該電気回路基板の電極部と前記保持シートの他方の面より突出する該導電ボールの被覆層の部分との間が電気的及び機械的に接続される事を特徴としている。

【0185】また、この発明に係わる導電接続部材は、請求項82の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と、電極部を有する電気回路基板との、互いの電極部を接続するために用いられる導電接続部材において、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、電導性を有した材料により形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層とを有する導電ボールと、前記導電ボールを少なくとも1以上埋設保持する保持シートであって、電気的絶縁性を有する材料から形成され、一方の面より該導電ボールの一部が突出して露出し、他方の面から該導電ボールの一部が突出して露出するように、該導電ボールを保持する保持シートとを具備することを特徴としている。

【0186】また、この発明に係わる導電接続部材は、請求項83の記載によれば、前記導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、該電気回路素子の電極部と前記保持シートの方の面より突出する該導電ボールの被覆層の部分との間、及び、該電気回路基板の電極部と前記保持シート

の他方の面より突出する該導電ボールの被覆層の部分との間が電気的及び機械的に接続される事を特徴としている。

【0187】また、この発明に係わる導電接続部材は、請求項84の記載によれば、前記導電ボールの導電被覆層は、前記電気回路素子の電極部及び前記電気回路基板の電極部と、夫々を構成している材料を金属化及び/又は合金化して接続されている事を特徴としている。

【0188】また、この発明に係わる導電接続部材は、請求項85の記載によれば、前記導電被覆層の外周面は、滑らかな曲面状に形成されていることを特徴としている。

【0189】また、この発明に係わる導電接続部材は、請求項86の記載によれば、前記コアの外周面は、滑らかな曲面状に形成されていることを特徴としている。

【0190】また、この発明に係わる導電接続部材は、請求項87の記載によれば、前記導電被覆層の外周面は、凸凹状に形成されている事を特徴としている。

【0191】また、この発明に係わる導電接続部材は、請求項88の記載によれば、前記導電被覆層の内周面は、凸凹状に形成されていることを特徴としている。

【0192】また、この発明に係わる導電接続部材は、請求項89の記載によれば、前記コアの外周面は、凸凹状に形成されていることを特徴としている。

【0193】また、この発明に係わる導電接続部材は、請求項90の記載によれば、前記導電被覆層は、電気抵抗率が $1.6E-8$ 乃至 $10E-8\Omega\cdot m$ の物質から形成されていることを特徴としている。

【0194】また、この発明に係わる導電接続部材は、請求項91の記載によれば、前記導電被覆層は、その膜厚を1乃至 $50\mu m$ に設定されていることを特徴としている。

【0195】また、この発明に係わる導電接続部材は、請求項92の記載によれば、前記導電被覆層は、その膜厚を3乃至 $20\mu m$ に設定されていることを特徴としている。

【0196】また、この発明に係わる導電接続部材は、請求項93の記載によれば、前記コアは、その直径を3乃至 $500\mu m$ に設定されていることを特徴としている。

【0197】また、この発明に係わる導電接続部材は、請求項94の記載によれば、前記コアは、その直径を10乃至 $200\mu m$ に設定されていることを特徴としている。

【0198】また、この発明に係わる導電接続部材は、請求項95の記載によれば、前記コアは、両電極間での接続に必要な荷重が加えられた場合に、その直径の変位量が5%以下となるような剛性を有している事を特徴としている。

【0199】また、この発明に係わる導電接続部材は、

請求項96の記載によれば、前記コアは、両電極間での接続に必要な荷重が加えられた場合に、その直径の変位量が1%以下となるような剛性を有している事を特徴としている。

【0200】また、この発明に係わる導電接続部材は、請求項97の記載によれば、前記導電被覆層の凸凹の大きさが、 $R_{max}$ で接続される電極の膜厚の10%以上であり、導電被覆層の膜厚の2倍以下であることを特徴としている。

【0201】また、この発明に係わる導電接続部材の製造方法は、請求項98の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と、電極部を有する電気回路基板との、互いの電極部を接続するために用いられる導電接続部材の製造方法において、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電性の被覆層が設けられた少なくとも1つの導電ボールを、下型及び上型を両者が所定間隔だけ離間した状態で扶持する第1の工程と、前記下型及び上型の間に、合成樹脂を充填する第2の工程と、前記下型及び上型から成形材を離型させる第3の工程と、離型した成形材の上下両面をエッチングして、合成樹脂製の保持シートの上下面から、前記導電ボールの上部及び下部が夫々突出して露出させる第4の工程とを具備することを特徴としている。

【0202】また、この発明に係わる導電接続部材の製造方法は、請求項99の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と、電極部を有する電気回路基板との、互いの電極部を接続するために用いられる導電接続部材の製造方法において、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電性の被覆層が設けられた少なくとも1つの導電ボールの下部を下型の第1の凹所内に載置する第1の工程と、前記下型の第1の凹所に対応した第2の凹所が形成された上型を、この第2の凹所内に前記導電ボールの上部が収納されるように被せる第2の工程と、前記下型及び上型の間に、合成樹脂を充填する第3の工程と、前記下型及び上型から成形材を離型させる第4の工程と、離型した成形材の上下両面をエッチングして、合成樹脂製の保持シートの上下面から、前記導電ボールの上部及び下部が夫々突出して露出させる第5の工程とを具備することを特徴としている。

【0203】また、この発明に係わる導電接続部材の製造方法は、請求項100の記載によれば、前記第1及び第2の凹部は、前記導電ボールの半径よりも小さい深さを有するように形成されていることを特徴としている。

【0204】また、この発明に係わる導電接続部材の製造方法は、請求項101の記載によれば、前記導電被覆層の外周面は、滑らかな曲面状に形成されていることを特徴としている。

【0205】また、この発明に係わる導電接続部材の製造方法は、請求項102の記載によれば、前記コアの外周面は、滑らかな曲面状に形成されていることを特徴と

している。

【0206】また、この発明に係わる導電接続部材の製造方法は、請求項103の記載によれば、前記導電被覆層の外周面は、凸凹状に形成されている事を特徴としている。

【0207】また、この発明に係わる導電接続部材の製造方法は、請求項104の記載によれば、前記導電被覆層の内周面は、凸凹状に形成されていることを特徴としている。

【0208】また、この発明に係わる導電接続部材の製造方法は、請求項105の記載によれば、前記コアの外周面は、凸凹状に形成されていることを特徴としている。

【0209】また、この発明に係わる導電接続部材の製造方法は、請求項106の記載によれば、前記導電被覆層は、電気抵抗率が $1.6E-8$ 乃至 $1.0E-8 \Omega \cdot m$ の物質から形成されていることを特徴としている。

【0210】また、この発明に係わる導電接続部材の製造方法は、請求項107の記載によれば、前記導電被覆層は、その膜厚を1乃至 $50 \mu m$ に設定されていることを特徴としている。

【0211】また、この発明に係わる導電接続部材の製造方法は、請求項108の記載によれば、前記導電被覆層は、その膜厚を3乃至 $20 \mu m$ に設定されていることを特徴としている。

【0212】また、この発明に係わる導電接続部材の製造方法は、請求項109の記載によれば、前記コアは、その直径を3乃至 $500 \mu m$ に設定されていることを特徴としている。

【0213】また、この発明に係わる導電接続部材の製造方法は、請求項110の記載によれば、前記コアは、その直径を10乃至 $200 \mu m$ に設定されていることを特徴としている。

【0214】また、この発明に係わる導電接続部材の製造方法は、請求項111の記載によれば、前記コアは、両電極間での接続に必要な荷重が加えられた場合に、その直径の変位量が5%以下となるような剛性を有している事を特徴としている。

【0215】また、この発明に係わる導電接続部材の製造方法は、請求項112の記載によれば、前記コアは、両電極間での接続に必要な荷重が加えられた場合に、その直径の変位量が1%以下となるような剛性を有している事を特徴としている。

【0216】また、この発明に係わる導電接続部材の製造方法は、請求項113の記載によれば、前記導電被覆層の凸凹の大きさが、 $R_{max}$ で接続される電極の膜厚の10%以上であり、導電被覆層の膜厚の2倍以下であることを特徴としている。以下に、この出願に係わる発明の要旨を、詳細に説明する。

【0217】この発明における電気回路素子としては、

例えば、半導体材料に電気回路が形成された半導体素子（ダイオード、IC、LSI等）及びこれらを内蔵したパッケージ等があげられる。

【0218】更に、半導体素子としては、光電変換機能を有するもの（フォトディテクター、CCD等の受光センサー、LED、LD、面発光LD等の発光素子、及びこれらの複合体）であれば、この発明の効果が顕著に現れる。

【0219】これらの電気回路素子は、いずれも外部との電気的接続を行う電極部をもっており、その電極部の数及び形状については、この発明では問わない。しかし、その数が多ければ多いほどこの発明の効果が顕著となる。また、電極部の存在位置も問わないが、電気回路素子の内部に存在するほど、この発明の効果が顕著となる。

【0220】電気回路基板としては、絶縁性材料あるいは金属表面を絶縁処理した基板上に導電性材料による配線パターンが設けられた例えば、プリント回路基板、セラミック基板、ガラス基板、メタルコア基板、フレキシブル基板、ガラスエポキシ基板、シリコン基板等があげられる。更に、その基板が光を透過させる部分を有していれば、電気回路素子として受光素子あるいは発光素子と組み合わせ、この発明の効果がより顕著となる。

【0221】そして、配線パターンは、電気回路素子のそれぞれの電極部の配置に対応する位置に接続するための電極部が設けられている。更に、この電極部以外の配線パターン上に絶縁材料からなる保護膜が設けられていてもこの発明では問題を生じない。また、電気回路基板がその内部に多層の配線パターンを有していても、この発明では問題としない。

【0222】電気回路素子及び電気回路基板に設けられたこれらの電極部は、その電極材が大気中に露出しているため、その電極表面には、電極材の酸化膜及び吸着した汚染物質による汚染皮膜（例えば、ゴミ、有機物、硫化物等）が変形されている。これらの膜は、電子及び原子の移動を妨げる障壁となり、接続材との金属化及びまたは合金化による接続を妨げ、接続不良を発生させるため、接続時に破壊しなければならない。

【0223】しかしながら、この発明では、電気回路素子の電極部と電気回路基板の電極部とを導電ボールを接続材として用いて金属化及びまたは合金化によりそれぞれを接続するよう設定されている。ここで、金属化及びまたは合金化による接続とは、金属の融点以下の温度で接合する接続、すなわち、接続時に少なくとも固溶相を有する接合である。接続時の加熱温度としては、100～400℃であり、加熱方法としては公知の方法が使用できる。例えば、熱圧着方法、超音波併用熱圧着方法、高周波加熱方法、誘導加熱方法等が使用できる。

【0224】この発明における導電ボールは、剛性の高い金属材料あるいはまた無機材料の一方または両方から

なる略球状の形状を有するコアと、上記コアの周囲を少なくとも露出する表面が導電性を有した材料により被覆された導電被覆層により構成されている。

【0225】コアは、剛性の高い材料からなる。剛性（こわさ）とは、ある物体に荷重Pが加わった場合、その物体の変移する変位位置uとすると、 $u = \alpha P$ となる。弾性体ではuはPに比例する。この比例常数 $\alpha$ の逆数 $1/\alpha$ を剛性（こわさ）とよぶ。（p. p. 291, 機械用語辞典, (株)コロナ社, 1972年）つまり、荷重に対して変形する量が小さければ剛性が高い（大きい）ことになる。

【0226】この発明における剛性の高さとしては、接続に必要な荷重が加わった際、例えば、弾性体であると仮定すると初期のコア直径寸法に対しその変位量が5%以下しか変形しないことをいう。尚、この発明の場合、このコアの変形が少ないほど好ましく、変位量としては1%以下がより望ましい。

【0227】例えば、コアの直径が $\phi 10 \sim 100 \mu\text{m}$ のとき、接続に必要な1導電ボールあたりの荷重（1g～200g）及び加熱（100～400℃）が加えられた際、初期の形状寸法に対して変形量が1%以下しか変形することのない剛性の高い材料としては、以下のようなのがある。

【0228】例えば、金属材料としては、炭素鋼、モリブデン鋼、マンガンモリブデン鋼、マンガンモリブデンニッケル鋼、ニッケル鋼、クロムモリブデン鋼、ニッケルクロムモリブデン鋼、マンガン鋼、マンガクロム鋼、ステンレス鋼、W、Mo、Ti、Taの1種または2種以上の合金が挙げられる。

【0229】一方、無機材料としては、Si、SiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、AlN、c-BN、ダイヤモンド、青ガラス（ソーダガラス）、白ガラスやW、Mo、Ti、Ta等の炭化物、窒化物、ホウ化物、ケイ化物等がある。更に、これらの複合体もコアの材料として使用できる。

【0230】コアが金属材料の時には、コアも導電経路とすることができ、接続抵抗の低減により許容電流を大きくすることができ、コアが、無機材料である時には、電気回路素子及び電気回路基板の熱膨張係数と近い熱膨張係数となることで接続部に係る熱応力の緩和を図ることができる。

【0231】また、コアの形状としては、球が以下の理由により望ましい。（1）平面と常に点接触する。

（2）3次元で対象形状を持つため、配置する際の制約がない。（3）エッジ部がないため、表面を均一に被覆できる。（4）中央部の断面積が一番大きく、加圧した際に座屈しにくい。

【0232】尚、コアの大きさは、接続される電極部の大きさにより、直径3～500 $\mu\text{m}$ までの任意のサイズを選択することが可能であるが、直径10 $\mu\text{m}$ ～200 $\mu\text{m}$ が半導体素子の電極間ピッチ（80 $\mu\text{m}$ ～300 $\mu\text{m}$ ）

m)の点からより望ましい。

【0233】最少サイズの $3\mu\text{m}$ は、通常半導体素子表面を覆っている $\text{SiO}_2$ または $\text{Si}_3\text{N}_4$ からなる絶縁層の厚みが約 $1\mu\text{m}$ あり、この厚み分電極面は、最低でも半導体素子表面から落ち込んでいる。そこで、同様の構成からなる回路基板と接合する場合、最低でも半導体素子表面と回路基板表面に $1\mu\text{m}$ の間隔をあげ、半導体素子がその側端部で短絡することを防ぐ大きさである。

【0234】一方、最大サイズの $500\mu\text{m}$ としては、半導体素子と接続する基板として、プリント基板を用いた場合、容易に配線を形成でき、接続することができる大きさとした。

【0235】コアの直径のばらつきとしては、通常直径の1%~10%程度のもを、接続する対称にあわせた設計の中で任意に選択して使用する。更に、このコアに対してより精度の高い分級を行うことにより、選択されたコアの直径に対し $\pm 1\mu\text{m}$ ~ $\pm 2\mu\text{m}$ 以下の非常にシャープな粒度分布を持つコアを実現することができる。

【0236】コアの表面を被覆する導電被覆層は、その導電被覆層表面において電極部と接触し電気的接続を行うと共に、電極材料と金属化及びまたは合金化して機械的に接続するため、金属材料からなる。更に、この導電被覆層は、接続時の加圧及び加熱により容易に変形し、その移動に伴う電極との摩擦により、電極表面の自然酸化膜及び汚染皮膜を破壊し、電極の真性面を露出させるため、加圧により容易に変形し易い柔らかい金属が好ましい。

【0237】このような金属材料としては、電気抵抗率と安定性と柔らかさの点で金が好ましいが、金以外の任意の金属あるいは合金であっても使用することができる。例えば、Cu、Al、In、Sn、Pb、Ag及びこれらを主成分とする合金等があげられる。

【0238】更に、導電被覆層は、複数の層から形成されていても、表面に露出する層が上記の特性を有していればかまわない。例えば、コアとの密着を図るための密着層としてのPd、Ti、Cr、Ni及びこれらを主成分とする合金、更に、密着層と表面に露出する金属層との拡散を防ぐバリア層としてのNi、Pt、AgW、Pd及びこれらを主成分とする合金などが設けられていても問題ない。

【0239】これらの材料は、コアの表面に電解あるいは無電解メッキ、あるいは蒸着により設けることで導電被覆層を形成する。それぞれの電極部と接続する部分以外の領域では、コア表面に設けられた導電被覆層に被覆時のばらつきによる多少の欠損部が存在しても、導電経路として接続する電極間が導電可能であれば、問題としない。尚、この導電被覆層の電気抵抗率は、 $1.6\text{E}-8$ 乃至 $1.0\text{E}-8\Omega\cdot\text{m}$ であることが好ましい。

【0240】この導電被覆層の厚みとしては、 $1\mu\text{m}$ ~

$50\mu\text{m}$ までの厚みについて、接続する電極部の構造及び用いるコアの直径、被覆する金属材料との関係により任意に選択することが可能である。半導体素子との接続を行うためには、 $3\sim 20\mu\text{m}$ 程度が半導体素子の電極部膜厚及び使用するコア直径の点からより望ましい。ただし、その厚みとしては、コア直径のばらつきにより接続した際、半導体素子が傾き、十分な接続が行われないことを防ぐため、コアの直径のばらつき幅より厚いことが接続する上で好ましい。

【0241】ここで、導電被覆層の最小膜厚の $1\mu\text{m}$ は、半導体素子の電極部であるアルミ膜厚が通常 $1\mu\text{m}$ 程度であり、金属化及び合金化を行うために、同程度以上の厚みを必要とするためである。一方、最大膜厚の $50\mu\text{m}$ は、コア直径として最大の $500\mu\text{m}$ を用いた場合における電極間距離が長くなっても、導電経路として十分な断面積を持つことにより、通電時の温度上昇を防ぐためである。

【0242】このような構成からなる導電ボールは、コアの分級及び必要であれば導電被覆層を形成した後の分級を施すことによりその形状が極めて均一となる。

【0243】この均一な導電ボールを接続する電極間に挟んで、加圧することで、まず、電極と点接触している導電被覆層の点接触点で大きな圧力が発生し、導電被覆層及び電極が変形を始める。このとき、コアは剛性が高くほとんど変形しないため、加圧力は導電被覆層及び電極の変形に集中して係ることになる。更に、球形状のコアは、電極部を有する平面に対し、常に外側（接触点の周囲）に向かって開いた角度を持っているため、加圧された導電被覆層を接触点から外側に向かって移動（排出）させやすい。

【0244】接触点を中心に同心円上に接触面を広げていく導電被覆層と電極の変形過程において、電極表面及び導電被覆層表面に存在する酸化膜、汚染皮膜が変形に伴い破壊され、電極と導電被覆層の真性面が露出し接触する。

【0245】この状態で、 $100\sim 400^\circ\text{C}$ に加熱することにより接合部において、固相状態で原子の拡散が起こり、接合部表面に固溶体あるいは金属間化合物よりなる接合層が形成され、電極部と導電被覆層が合金化され接続される。例えば、導電被覆層をなす材料としてAu、電極部をなす材料として通常の半導体素子に用いられているAlをそれぞれ使用した場合、加熱温度は $200\sim 350^\circ\text{C}$ で合金化により接続される。

【0246】このように、この発明の主たる特徴は、この接続過程において、導電ボールが電極表面の酸化膜及び汚染皮膜をより破壊し、真性面をより広く露出させることにある。その結果、金属化及びまたは合金化による接合性が向上する。

【0247】その具体的な方法としては、導電ボールを実質的に球体状として形成しても良いし、導電ボールの

外表面に微細な突部と谷部を設け酸化膜及び汚染皮膜の破壊性を上げることである。

【0248】この突部と谷部の設けかたとしては、3つの態様ある。第1の態様は導電被覆層表面に設けるものであり、第2の態様はコア表面に設けるものであり、第3の態様は導電被覆層表面とコア表面の両方に設けるものである。

【0249】先ず、第1の態様である導電被覆層表面に設けた場合について説明する。

【0250】導電被覆層が電極表面の酸化膜を破壊する接続過程では、まず導電被覆層表面の突部が、電極表面に大きな力を及ぼすために酸化膜の破壊が行われる。また、この接続過程において、突部は、電極との接触点を中心に広がる方向に押潰されるため、変形方向はランダムとなる。従って、酸化膜は、より細かい破壊が行われる。

【0251】このような突部と谷部の大きさとしては、酸化膜及び汚染皮膜の膜厚より大きければよい。より詳細に説明すれば、突部と谷部の大きさの最大値である最大粗さ $R_{max}$ から、望ましい $R_{max}$ は、接続する電極膜厚の10%以上から導電被覆層膜厚の4倍以下である。より望ましい $R_{max}$ は、電極膜厚の10%から導電被覆層膜厚の2倍以下である。

【0252】 $R_{max}$ の電極膜厚の10%以下では、同様に突部及び谷部の大きさが、電極表面の酸化膜及び汚染皮膜の膜厚より小さく酸化膜及び汚染皮膜の破壊効果が現れ難くなる。この $R_{max}$ としては、導電被覆層の4倍以上と大きくなると、接続後、大きな谷部や大きな突部の影響による未接合部が発生し、接続面積が低下するため、好ましくない。また導電被覆層の2倍以下であれば、最大の突部と谷部が隣接したとしても、変形した突部により谷部を埋め込むことができ、未接合領域の発生を防ぎ広い接続面積を確保することが可能であり、より好ましい。

【0253】例えば、半導体素子の電極部であるAl電極は、膜厚が約 $1\mu m$ に対し、その表面の酸化膜厚が数百オングストロームであることから、その膜厚 $1\mu m$ の10% $=0.1\mu m$ 以上の $R_{max}$ であれば突部と谷部の効果が得られる。このような半導体素子との接続においては、 $R_{max}$ が $0.1\mu m$ 程度がより好ましい。

【0254】これらの突部と谷部を設ける領域部分については、後述の導電ボールの接触面積のところで述べる。

【0255】尚、導電ボールは、球形状であるため、 $R_{max}$ に関しては、測定された値から、導電ボールの球面の曲率成分を引いた値とした。以後の $R_{max}$ についても同様とした。

【0256】次に、第2の態様としてのコア表面に突部及び谷部を設ける場合を説明する。

【0257】この場合には、接続過程において2つの効

果があり、1つは酸化膜の破壊に関するものであり、2つめは接触面積に関するものである。

【0258】1つめの酸化膜の破壊に関しては、導電被覆層を形成する材料が柔らかく、導電被覆層の変形のみでは、十分な酸化膜の破壊が行えない場合がある。この場合、コア表面に突部と谷部を設けておくと、変形に伴い接続部での導電被覆層膜厚が減少するに従い、下地であるコア表面の突部と谷部の影響（突部先端での高圧力）が接続面に現れて、酸化膜を破壊する事が容易となる。特に、電極材が硬い場合に、この効果が顕著になる。

【0259】2つめの接触面積としては、接続時の加圧により導電被覆層がコアから剥離し、十分な接触面積が得られない場合がある。この場合、コア表面に突部と谷部を設けたことにより、導電被覆層との密着性が上がり、接続時に導電被覆層がコアから剥離してしまうことを防ぐことができる。

【0260】このような突部と谷部の大きさとしては、導電被覆層表面の場合と同じ大きさの $R_{max}$ で、十分効果が得られる。これらの突部と谷部を設ける領域部分については、後述の導電ボールの接触面積のところで述べる。

【0261】また、第3の態様としての導電被覆層とコア表面の両方に突部と谷部を設ける場合を説明する。

【0262】この場合は、上記導電被覆層表面での効果とコア表面での効果がより顕著になる。また、電極が硬い場合に特に顕著となる。但し、2つの部分に突部及び谷部を設けるため、導電ボールの製造に手間がかかる場合がある。

【0263】これら3つ態様における突部及び谷部を設ける部分の選択は、接続する対象物、例えば電極材料、電極部構造、導電被覆層材料、導電ボール構造等、によって行うことができる。

【0264】ここで、導電ボールと電極との接触面積に関しては、次のようになる。即ち、加圧による接続部での導電被覆層の厚みの変化は、接触点からの変形移動に伴い初期の厚みから徐々に減少し、電極がコアと接触する厚みゼロとなるとところまでのいずれかで終了する。そのため、移動した導電被覆層の周辺での盛り上がりを除いた理論上の最大接触領域は、コアの半径を $R$ 、導電被覆層の厚みを $a$ 、最大接触円半径を $r_{max}$ とすると、導電ボールの断面形状から $r_{max} = \sqrt{R^2 - a^2}$ となり、この半径の円が計算上の最大接触面積となる。

【0265】また、突部と谷部を設ける領域部分としては、次のようになる。即ち、導電被覆層表面の接続される領域部分とは、この断面形状において、接触点から $r_{max}$ となるまでの円弧上であることがわかる。また、コア表面の接続に係る領域部分としては、導電被覆層と同様に、接触点直下から、導電ボール中心から $r_{max}$ に向かう直線とコアの交点までの円弧上であることがわか

る。

【0266】これら2つの領域部分に設けられる突部と谷部の数は、大きさを満たす範囲で多ければ多いほど設けた効果が現れる。更に、これらの領域以外に突部と谷部が設けられても、この発明では問題としない。

【0267】接続する電極間の間隔に関しては、次のようになる。即ち、導電ボールの形状は対称であるため、電気回路素子との接続部と電気回路基板との接続部でのそれぞれの導電被覆層の変形もほぼ対称となる。

【0268】通常接続する半導体素子は、複数の電極部を有している。この半導体素子の電極部の数を $n$ とすると、接続に使用される導電ボールの数は $n$ 以上となり、これら導電ボールのコアの直径をそれぞれ $d_1$ 、 $d_2$ 、 $d_3$ 、…、 $d_n$ とする。これらのコア直径で最小及び最大のものを $d_{min}$ 、 $d_{max}$ とする。

【0269】接続時の加圧により、これら $n$ 個の導電ボールは、上記のようにコアの剛性により導電被覆層が大きく変形移動し、接続部での厚みが減少するため、電気回路素子の電極部と電気回路基板の電極部との間隔は、ほとんど変形しないコアの直径と変形後にコアと電極部間に残るわずかの合金化した接合層の厚みの合計であり、 $n$ 箇所の各電極間での間隔は、最少の $d_{min}$ から $d_{max}$ 程度であるが、 $d_{max}$ より若干大きくなる場合もある。

【0270】更に、この発明では、コア表面に突部と谷部を設けたことにより、突部の高さが加算される場合がある。従って、この発明における電極間の距離が、コアの約直径とは、上記に示したコアのばらつきと突部の高さをも含んだものである。そのため、コアの形状寸法が高精度であればあるほど、電極間距離も高精度となり、ひいては、半導体素子と基板との間隔が高精度に平行となる。

【0271】この発明では、導電ボールは電気回路素子とは別に製造するため、導電ボールのみを大きさを極めて高精度に分級することもできる。よって、この電気回路素子と電気回路基板の間隔を $1\sim 2\mu\text{m}$ 以下の精度で高精度に形成することが、可能である。

【0272】電気回路部品を製造する際、この導電ボールを、電極部に対応する位置に配置する方法としては、2つの方法がある。

【0273】第1の方法は、保持シートを用いる方法で、この場合は、導電ボールが配置される位置で密着してシート材に保持されている。そのため、導電ボールと保持シートとを一体化して取り扱える。第2の方法は、配置部材を用いる方法で、この場合は、配置部材は導電ボールを配置される位置で密着して保持せず、配置部材と導電ボールは、分離したものととして取り扱う。

【0274】これら2つの方法により電極上に導電ボールを配置した後、保持シートあるいは配置部材により、その位置を保たれたまま導電ボールを接続することで、

接続時の導電ボールの位置ズレを防ぐことができる。これら2つの方法の使い分けは、特に限定するものではないが、保持シートを使用する方法は、導電ボールを密着保持しているため、導電ボールをより精度良く配置及び接続する場合に適しており、配置部材を使用する方法は、位置精度がゆるい中型から大型の導電ボールをローコストで配置及び接続する場合により適している。

【0275】先ず、第1の方法で使用する保持シートについて説明する。

【0276】保持シートは、前もって決められた導電ボールを配置する位置にて導電ボールがそのシート両面より突出して露出するように導電ボールを保持する。保持シートは、導電ボール側面をシート両面に向かってすばむ形で密着保持しているため、導電ボールがシートから脱落することを防止し、導電ボールと一体化している。更に、導電ボール表面に設けられた突部及び谷部がシートと密着する部分にも存在する場合には、より密着性が高まる。

【0277】この保持シートを、電気回路素子あるいは電気回路基板の電極と保持された導電ボールとが対向するように位置決めした後、電気回路素子あるいは電気回路基板上に配置することで、導電ボールを電極上に配置できる。

【0278】保持シートの厚みとしては、 $1\mu\text{m}\sim 500\mu\text{m}$ までの任意のサイズを使用することができる。但し、接続する際の導電被覆層材料の電極部との接触面積を広げる方向への変形移動を妨げずに行うため、コアの直径と等しいかそれよりも薄いことが望ましい。そのため、最大厚みは、コアの最大直径と同じになり、また、最小厚みとしては、 $1\mu\text{m}$ 以下の可能であるが、配置時の強度の問題もあり、コアの最小直径と同じとした。

【0279】この発明の場合、保持シートの厚みとしては、 $10\mu\text{m}\sim 200\mu\text{m}$ までの厚みが、より望ましい。保持シートの材料としては、電気的絶縁性を有していればその材料は問わない。例えば、絶縁性の樹脂を用いればよい。更に、樹脂を用いる場合にはその樹脂の種類も問わない。熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂のいずれでもよい。例えば、ポリイミド樹脂、ポリフェニレンサルファイド樹脂、ポリエーテルサルフォン樹脂、ポリエーテルミド樹脂、ポリサルフォン樹脂、シリコーン樹脂、フッ素樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリジフェニールエーテル樹脂、ポリベンジリミダゾール樹脂、フェノール樹脂、尿素樹脂、メラミン樹脂、アルキッド樹脂、エポキシ樹脂、ポリアミドイミド樹脂、ポリプロレン樹脂、ポリ塩化ビニル樹脂、ポリスチレン樹脂その他の樹脂を使用することができる。

【0280】更に、これらの樹脂の中から熱伝導の良い樹脂あるいは、熱伝導性の良い無機物（例えば、ダイヤモンド、 $\text{c-BN}$ 、 $\text{AlN}$ 等）の粉体を混入した樹脂を使用すれば、電気回路素子が熱を持っても、その熱を樹脂を

介して放熱することができるのでより好ましい。

【0281】更に、樹脂として電気回路素子あるいは電気回路基板と同じかあるいは同程度の熱膨張係数を有するものを選択すれば、熱膨張・熱収縮に基づく、電気回路部品の信頼性の低下を一層防止することが可能となる。

【0282】電気回路素子として光電変換素子を用いる場合、これらの樹脂材料の光透過率を空気やガラスあるいは光電変換素子の封止用の透明樹脂よりも下げ、光電変換素子の受光部あるいは発光部に相当する部分あるいは光学設計上必要な部分に開口部を設けておけば、不要光をカットし光信号のS/Nを向上させる。例えば、受光素子表面での反射ゴースト光に対しては、シート材の透過率が10%低いだけでも入射時、反射時と2回シートを通過することにより、19%もゴースト光強度を下げることができる。

【0283】発光素子の場合も同様に、例えばLEDの発光部から射出する光分布で、光学設計上不要な周辺光を保持シート材をスリット、ピンホールの遮光部とすることにより、減衰あるいはカットし、受光素子が光信号を受光する時のS/Nの改善を図ることが可能となる。また、導電ボール周囲をこの樹脂が覆っているため、反射率の高い金を用いても導電ボールが反射原因となるゴースト光を抑えることが可能となる。

【0284】次に、第2方法で、使用する配置部材について説明する。

【0285】配置部材は、導電ボールを配置する位置に対応する位置に貫通する開口部（穴）が設けられたシート（マスクシート）である。この開口部の大きさは、その中に配置することで所望の数の導電ボールの数を $n$ 、導電ボールの直径を $D$ としたときに、 $nD$ より大きく $(n+1)D$ より小さくすることで所望の数の導電ボールを開口部に配置することができる。

【0286】このマスクシートを電気回路素子あるいは電気回路部品の表面に、その電極部上に開口部がくるように位置決めし配置し、配置した後に、開口部に導電ボールを挿入することで、電極部上に導電ボールを配置する。また、マスクシートの厚みは、保持シートと同様にコアの直径と等しいかそれよりも薄いことが望ましい。つまり、 $1\mu\text{m}$ ～ $500\mu\text{m}$ までが使用できるが、 $10\mu\text{m}$ ～ $200\mu\text{m}$ がより望ましい。

【0287】マスクシート材料としては、上記保持シートの材料と同じものが使用できる。接続後、導電ボールを接続した後に、保持シートあるいは配置部材（マスクシート）を除去する場合がある。この場合、電気回路素子の大きさより保持シートあるいはマスクシートが突出することがなくなり、より小型の電気回路部品を得ることができる。その際、保持シートあるいはマスクシートの除去は、完全に除去しても良いし、一部分、例えば電気回路素子の周辺部分のみを除去してもかまわない。

【0288】保持シートあるいはマスクシートの除去は、接続後、保持シートあるいはマスクシートを水平方向に引っ張ることにより、保持シートあるいはマスクシートに亀裂を生じさせて除去する。ここで、保持シートあるいはマスクシートに、スリット、ノッチを入れる場合もある。スリット、ノッチは、保持シートの導電ボールの密着保持部やマスクシートの開口部以外の部分に設けられても良いし、導電ボールの密着保持部や開口部あるいは、保持シートやマスクシートの外周部に設けられても良い。更には、その数、形状、配置には特にこだわらない。

【0289】これらスリット、ノッチを設けることにより、保持シートあるいはマスクシートの除去時に、まず、スリット、ノッチの先端から亀裂が生じさせる。その亀裂が、導電ボールや開口部に向かい、到達することで、保持シートあるいはマスクシートを分離除去できるようにする。

【0290】そのため、接続された導電ボール及び接続部の過大なストレスを与えずに、保持シートあるいはマスクシートを除去できる。

【0291】接続後除去する場合は、保持シートあるいはマスクシートの材料として、導電材料も使用することができる。例えば、カーボン樹脂、アルミ、リン青銅、ベリリウム銅、42アロイ、ステンレス等。更に、絶縁材料からなる保持シートあるいはマスクシート表面に導電性材料の皮膜を設けても良い。

【0292】導電性の機能を付与することにより、保持シートあるいはマスクシートの一部を接地させておくことにより、接続までの間に蓄積された静電気による電気回路素子の破壊を防いだり、マスクシートの場合には、更に、導電ボールを配置する際に導電ボールとの摩擦による静電気の発生による、導電ボールの凝集を防止し、配置を確実にできる。

【0293】電気回路素子あるいは、電気回路基板のいずれかが合金化する際の加熱温度に耐えられない場合には、いずれか一方の電極部と導電ボールとを対向するように配置した状態で、加圧及び加熱し金属化及びまたは合金化により接続する。この場合、導電ボールを電極上に配置する方法としては、上記の保持シート、上記マスクシート以外に、導電被覆層と合金化しない材料に導電ボールの直径より大きい開口と、コアの直径より浅い窪みを導電ボールを配置する場所に設けた型を使用しても良い。例えば導電被覆層がAuであれば、型材としてガラス、石英、アルミナ、ダイヤモンドを用いればよい。また、型材として導電被覆層と合金化する材料を用いたとしても、その表面をこれらの導電被覆層と合金化しない材料により被覆することにより、使用することが可能となる。

【0294】導電ボールの片側のみ電極と合金化して接続した後、電気回路素子及び電気回路基板とを接続する



電極部が対向するように配置し、押圧等により接続する。

【0295】この発明では、剛性の高い材料からなる球形状のコアとその周囲を被覆する導電被覆層からなる導電ボールを使用して、電気回路素子と電気回路部品との電極部を互いに接続するため、電極部に特別の処理を施さなくても、その表面に存続する酸化膜あるいは汚染皮膜を破壊し、合金化による低接続抵抗と高強度の接続をおこなう事が可能となる。

【0296】また、導電被覆層は厚みをとれているため、低い接続抵抗値を達成し、許容電流を大きくすることが可能となる。

【0297】また、保持シートあるいは配置部材を介して導電ボールを電気回路素子の内部まで、高密度に配置することが可能となり、更に、保持シートあるいはマスクシートに導電ボールを保持した状態で電極部を接続するため、接続時の位置ずれを防止することが可能となる。この結果、電気回路部品の高密度化及び小型化が可能となる。

【0298】更に、コアが接続時に導電ボールの変形ストッパとなるため、接続時に導電ボールの変形により隣接する導電ボール間の短絡が発生することなく、近接して配置することが可能となり、これにより、高密度化が達成される。

【0299】また、電極部との接触面積もコアが変形ストッパとなることにより、コアの直径と導電被覆層の厚みで決まるため、小型化を達成することができることになる。

【0300】また、導電ボールが高精度に大きさを制御できること、接続時にコアが変形ストッパとして機能するため、接続する電気回路素子と電気回路基板との接続語の間隔を高精度に保つことが可能となる。従って、光電変換素子のように配置位置が問題となる素子にとって、光信号特性の向上及び複雑な位置調整部材の簡略化、省略が可能となり、小型化と安定化とを図ることが可能となる。

【0301】また、電気回路素子を風刺する際に、保持シートが封止する電気回路素子と電気回路基板との間に存在することで、封止樹脂の体積を減らすことができることになり、これにより、封止樹脂の接続部に係わる収縮応力の低減、封止樹脂内に存在する気泡の量を少なくすることが可能となり、この結果、信頼性の高い電気回路部品を得ることが可能となる。

【0302】また、保持シートの透過率を下げることで、受光素子の場合は、射出する不要光を削減することが可能となり、これにより光信号のS/N比の向上を図ることが可能となる。

【0303】接続後、保持シートあるいはマスクシートを除去することで、より小型の電気回路部品を得ることが可能となる。

【0304】更に、スリットあるいはノッチを保持シートあるいはマスクシートに設けることで、接続された導電ボールに対して低ストレスで除去できることになる。

【0305】また、片側のみを合金化して接続詞、反対側を押圧して接続しておけば、保守時に容易にこれを取り除くことができることになる。

【0306】また、この発明では、剛性の高い材料からなる球形状のコアとその周囲を被覆する導電被覆層からなる導電ボールの表面に微細な突部及び谷部を設けることにより、電気回路素子と電気回路部品の電極部表面に存在する酸化膜あるいは汚染皮膜をより破壊し、より広い真性面を露出させ合金化による低接続抵抗と高強度の接続を行うことが可能となる。

【0307】また、コアの表面に突部及び谷部を設けたことにより、硬い電極材に対しても酸化及び汚染膜を容易に破壊すると共に、導電被覆層のコアからの剥離を防ぐことにより、接合性の向上を図ることが可能となる。

これらの突部と谷部を有する導電ボールを保持シートを用いて配置、接続することにより、より小型、高密度の接続が可能となる。

【0308】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施の形態について、添付図面を参照して詳細に説明する。

【0309】（第1の実施形態）図1は、この発明に係わる電気回路部品の第1の実施形態の構成を模式的に示す断面図であり、図2は、この発明で用いられる導電ボール6を表わす断面図であり、図3(a)乃至図3(d)は、この発明に係わる電気回路部品の製造方法を模式的に示す断面図であり、図4は、この発明で用いられる配置部材の斜視図である。

【0310】図1において、参照符号1は電気回路素子であるところの半導体チップを示している。この半導体チップ1の表面には、電極部2が配設され、この電極部2以外の半導体チップ1の表面は、絶縁保護膜3で被覆されている。

【0311】参照符号6は、半導体チップ1とセラミック基板7とを機械的及び電氣的に接続するための導電ボールを示し、この導電ボール6は中心に位置するコア4と、このコア4の外周に設けられた導電被覆層5とから構成されている。

【0312】また、電気回路基板であるセラミック基板7上には、電極部2に対応した状態で複数の電極部8が配設され、この電極部8以外の基板7の表面は、絶縁保護膜9で被覆されている。尚、半導体チップ1とセラミック基板7とが導電ボール6を介して接続された状態で、両者の間は、封止樹脂10により封止される。

【0313】一方、図3(a)乃至図3(d)において、参照符号11は配置部材である第1のマスクシートを、参照符号12は第2のマスクシートをそれぞれ示しており、第1及び第2のマスクシート11、12には、

夫々に互いに連通する状態で開口部13が形成されている。また、参照符号24はブレードを示している。また、図4に示すように、第1のマスクシート11には、スリット14及びノッチ15が形成されている。

【0314】この第1の実施形態においては、図2に具体的に示す導電ボール6を半導体チップ1の電極部2とセラミック基板7の電極部8との間に介在させ、加圧および加熱することにより、導電ボール6の導電被覆層5を変形移動させる際の変形および摩擦により、半導体チップ1の電極部2およびセラミック基板7の電極部8の表面に存在する自然酸化膜およびまたは汚染皮膜を破壊し、電極部2および電極部8の真性面を露出させて、導電被覆層5と電極部2および電極部8とを合金化して接続し、この接続後、必要があれば封止樹脂10を、半導体チップ1とセラミック基板7との間に注入し、硬化させて図1に示す電気回路部品を得るように設定されている。

【0315】以下に、導電ボール6の製造方法について説明し、その後、この導電ボール6を用いた電気回路部品の製造方法について説明する。

【0316】まず、図2に示すように、導電ボール6は、球体状のコア4と、このコア4の周囲を被覆している導電被覆層5とを備えて構成されている。このコア4は、この第1の実施形態においては鋼から形成されており、精密な研磨により球形を有するように設定されている。このコア4の表面に、パラジウム処理を施した後に、無電解メッキより導電被覆層5となる金を被覆する。コア4の直径(2R)は $40\mu\text{m}$ 、導電被覆層5の厚さ(a)は $5\mu\text{m}$ に夫々設定されている。

【0317】次に、この導電ボール6を用いた電気回路部品の製造方法を図3(a)乃至図3(d)を用いて説明する。

【0318】まず、図3(a)に示すように、セラミック基板7の上に第1及び第2のマスクシート11、12を重ねて配置する。尚、第1及び第2のマスクシート11、12には、夫々接続される電極部8に対応する位置に開口部13を予め設けておき、この開口部13が電極部8上の位置にくるように、第1及び第2のマスクシート11、12とセラミック基板7との位置決めを行っておく。

【0319】開口部13の直径は、導電ボール6の直径より若干大きくテーパーを設けておき、挿入性を高めている。また、第1のマスクシート11の厚み $h1$ は、コアの直径より薄い $30\mu\text{m}$ とし、第2のマスクシート12の厚み $h2$ は、 $h1+h2$ が導電ボール6の直径Dの1.5倍より小さく、且つ、Dより大きくなるように $30\mu\text{m}$ に設定されている。更に、第1のマスクシート11には、図4に示すように開口部13の周囲にスリット14と、第1のマスクシート11端部にノッチ15を設けておく。

【0320】導電ボール6の電極部8への配置は、第2のマスクシート12上に導電ボール6を多数配置し、ブレード24を用いて掃引することにより、それぞれの開口部13に導電ボール6を落とし込むことで一括して行う。

【0321】この時、第2のマスクシート12を用いることにより、配置された導電ボール6が、ブレード24によって傷つくことを防止すると共に、第2のマスクシート12が第1のマスクシート11に設けられたスリット14を覆っているため、ブレード掃引時に導電ボール6が、スリット14に引っかかり、傷つくことも防げる。この結果、電極部8に配置されなかった導電ボール6は、再び配置されることが可能となる。

【0322】また、第1および第2のマスクシート11、12の厚が導電ボール6の直径の1.5倍より薄いため、配置された導電ボール6上に乗った導電ボール6も、その重心よりマスクシート段差が低いいため、ブレードの掃引により容易に排出される事になる。

【0323】導電ボール6が、電極部8上に配置された後、第2のマスクシート12は取りはずされる。そして、図3(b)に示すように、露出している導電ボール6上に、半導体チップ1の電極部2がくるように位置決めを行い配置する。

【0324】次に、半導体チップ1とセラミック基板7とを加圧することにより、それぞれの電極部2、8と点接触している導電ボール6にも圧力が加わる。すると、導電ボール6は、中心部のコア4は、剛性が高い鋼であり、周囲を被覆している導電被覆層5は柔らかく伸び易い金であることから、この圧力によりコア4自体は変形せず、導電被覆層5のみが変形していく。このように、導電ボール6は、中心部に球形のほとんど変形しないコア4があるため、導電被覆層5は、点接触していた点を中心とした同心円状に外側に向かって徐々に変形移動していく。

【0325】この導電被覆層5の変形移動に伴い、接触している電極部2、8との間に摩擦が生じる。この摩擦による、半導体チップ1のアルミ電極部2の表面を覆っている厚さ数百オングストロームの自然酸化膜を破壊し、真性面を露出させることができることになる。また、セラミック基板7の金メッキされた電極部8の表面を覆っている汚染皮膜も同様に破壊されることになる。

【0326】更に、図3(c)に示すように、電極部2、8の露出した真性面と導電被覆層5とが接した状態で、 $200\sim 350^{\circ}\text{C}$ に加熱することにより、それぞれを合金化して接続する。尚、加圧と加熱は、同時に行うことにより、導電被覆層5の金(軟化温度 $100^{\circ}\text{C}$ )をより柔隠し、変形移動が容易に行われるようになり、合金化による接続をより確実なものとする。

【0327】尚、この第1の実施形態においては、詳細は図示していないが、上述した加圧及び加熱を実行する

ために、加熱ヒータを内蔵したプレス機（即ち、ホットプレス機）を利用するものである。この加圧及び加熱動作において、半導体チップ1の電極部2及びセラミック基板7の電極部8の表面に夫々存在する酸化膜あるいは汚染皮膜は、導電ボール6の導電被覆層5の移動に伴う摩擦により破壊され、電極2、8の真性面（金、アルミ等のピュアーな面）が露出することになる。これにより、導電被覆層5と電極部2、8とは、金属原子の固相状態での拡散が容易となり、合金化／金属化することによって、夫々電気的及び機械的に接続されることになる。

【0328】また、配置部材である第1のマスクシート11の開口部13内に導電ボール6を保持しているため、接続行程中の振動、加圧治具の傾き等があっても、導電ボール6の位置でずれを発生させずに接続することができる。そして、導電被覆層5とそれぞれの電極部2、8との接続が行われた後、第1のマスクシート11を水平方向に引っ張ることによりノッチ15から第1のマスクシートが裂け始め、スリット14により導電ボール6が存在する開口部13に向かって裂け目が進行し、開口部13に達することで、図3（d）に示すように、第1のマスクシート11を半導体チップ1とセラミック基板7との間から除去し電気回路部品が完成する。

【0329】このように第1のマスクシート11を除去することにより、半導体チップ1より横方向に突出した部分がなくなり、実装面積が小型となる。

【0330】そして、必要であれば、半導体チップ1を封止する封止樹脂10を半導体チップ1とセラミック基板7との間に注入し、硬化させて、電気回路部品を最終的に得る。半導体チップ1の封止方法としては、これ以外の方式であってもかまわない。例えばメタルまたはセラミックのふたによる中空封止であっても良い。

【0331】この第1の実施形態によれば、2枚のマスクシート11、12を用いることで導電ボール6を一括かつ、導電被覆層5を変形させることなく配置できる効果が達成されることになる。

【0332】この発明は、上述した第1の実施形態に限定されることなく、この発明の趣旨を逸脱しない範囲で、種々変形可能である。以下に、この発明の他の実施形態を種々説明するが、以下の説明において、上述した第1の実施形態と同一部分には、同一符号を伏して、その説明を省略する。

【0333】（第2の実施形態）図5（a）乃至図5（c）は、この発明に係わる電気回路部品の第2の実施形態の構成及び製造方法を模式的に示す断面図あり、図6（a）乃至図6（d）は、この第2の実施形態に於いて用いられる所の、導電ボールとこの導電ボールを保持する保持シートとを備える導電接続部材の製造方法を模式的に示す断面図である。

【0334】この第2の実施形態においては、図5（a）に示すように、導電接続部材として、第1の実施

形態で説明したと同様の導電ボール6と、この導電ボール6を所定の位置に保持する保持シート16とが用いられる。そこで、まずこの導電接続部材の製造方法の一例を図6（a）乃至図6（d）を用いて説明する。

【0335】まず、図6（a）に示すように、接続する電極部の位置に対応する位置に凹部18を設けた型17に導電ボール6を配置する。この凹部18の形状としては、4角柱形状、円錐形状、半球状など任意の形状でかまわない。

【0336】また、型17の凹部18に導電ボール6を配置する際には、型17の上に第1の実施形態で用いた様なマスクシート11、12を用いれば、一括した状態で配置することができる。

【0337】この型17の凹部18に導電ボール6を夫々配置した後、図6（b）に示すように、その上に同様の型17'を導電ボール6を押しつぶさない間隔で配置する。この上型17'と下型17との間隔を達成する方法としては、型を上下移動させる装置により制御するか、あるいは上型17'、下型17のいずれかあるいは、両方に型表面より突出したスペーサー部（図示せず）を設け、上型17'と下型17を合せ、スペーサーが接触した際、上型17'と下型17の互いの凹部18'、18の間隔が、導電ボール6の直径と等しいか若干大きくなる様にスペーサーの突出量を予め決めておけば良い。

【0338】そして、図6（c）に示すように、上型17'と下型17の間にポリイミド樹脂を注入し、200～400℃に加熱硬化させ離型させる。この状態では、保持シート16の表面より突出した導電ボール6の表面までポリイミド樹脂が付着しているため、両面をエッチング（例えばドライならO2プラズマによるアッシング、ウェットならヒドラジン、エチレンジアシンを用いる）し、図6（d）に示すように、導電ボール6を保持シート16の両面から突出して露出させる。そのため、保持シート16の膜厚は成型後よりも薄いものとなる。このエッチング後の保持シートの膜厚は、導電ボール6の接続時の導電被覆層5の変形移動を妨げないように、コアの直径と等しいかそれよりも小さいことが望ましい。

【0339】以上のようにして製造された導電ボール6とこれを保持する保持シート16（図5（a）に示す）とを備えた導電接続部材と、半導体チップ1と基板7とを、導電ボール6が半導体チップ1の電極部2と基板7の電極部8との間にくるように、図5（b）に示すように、それぞれ位置合せする。

【0340】そして、上述したホットプレス装置により、導電ボール6を両電極部2、8間で加圧および加熱することにより、保持シート16より露出している導電ボール6の導電被覆層5とそれぞれの電極部2、8とを合金化して接続する。この後、半導体チップ1の周囲で

保持シート16を切断し、引き続いて、封止樹脂10を半導体チップ1と基板7との間に注入し硬化させて、図5(c)に示すように、電気回路部品を得る。この接合過程における効果は、第1の実施形態と同じである。

【0341】このように、第2の実施形態によれば、上述した第1の実施形態における効果の他に、導電接続部材を用いているので、導電ボール6が保持シート16に密着保持されて、これにより、導電ボール6の位置ずれをより高精度に防ぎ、より高密度に配置することが可能となる効果が更に達成されることになる。また、導電ボール6は、保持シート14に密着して保持されているため、マスクシートの様に挿入用のクリアランスが必要なく、より高精度に配置することが可能となる効果が達成されることになる。

【0342】更に、封止樹脂10と接している導電ボール6の面積が小さく、封止樹脂の硬化収縮時に導電ボール6にかかる応力を低減でき、接続の信頼性が上がる効果が更に達成されることになる。

(第3の実施形態) この第3の実施形態においては、保持シート16は、これに、上述した第1の実施形態で用いた第1のマスクシート11に設けられたと同様のスリット14や、ノッチ15を設けてある点を除き、上述した第2の実施形態と同様に構成されている。

【0343】このように形成された保持シート16は、この両面より突出して露出している導電ボール6の導電被覆層5と、それぞれの電極部2、8とを合金化により接続した後、この保持シート16を水平方向に引っ張ることで、これに切裂を生じさせる事が可能となる。この結果、保持シート16の切裂がスリット14により導電ボール6に向い達することで、この保持シート16が、もはや導電ボール6を保持しなくなり、導電ボール6および、それぞれの接続部にストレスをかけずに保持シート16を除去し、電気回路部品を得る事ができることになる。

【0344】このように保持シート16にスリット14やノッチ15を設ける方法としては、上述した第2の実施形態で型に設けたスペーサをスリット14やノッチ15の形状にして、所望の位置に配置すれば、その部分に樹脂が充填されず、離型した際に、スリット14やノッチ15を得ることができる。

【0345】この第3の実施形態によれば、上述した第2の実施形態において達成される効果の他に、保持シート16が容易に且つ確実に除去されることとなり、これにより、半導体チップ1のサイズより出っ張る部分がなくなり、より小型の電気回路部品を得る効果を達成することができることになる。

(第4の実施形態) 図7は、この発明に係わる電気回路部品の第4の実施形態の構成を模式的に示す断面図である。この図7において、参照符号19は受光素子であるCCDを示しておりこのCCDの表面には、受光部20

が設けられている。また、参照符号21は無色・透明なガラス基板を、参照符号22はガラス基板21上の配線パターンを夫々示している。

【0346】このこの第4の実施形態においては、導電ボール6のコア4として $\phi 40\mu$ のシリカ( $\text{SiO}_2$ )球を用い、その表面をパラジウム処理した後、無電解メッキにより金で $5\mu$ 被覆し、金からなる導電被覆層5を形成している。また、電気回路基板21としては、透光性のあるガラス上に、配線パターン22を形成してある。配線パターン22の構造としては、Moを下地層としてその上に金が設けられている。

【0347】そして、この導電ボール6を用いて、CCD19の電極部2と、配線パターン22の電極部8とを、上記した種々の実施形態のいずれかの方法により、合金化して接続し、電気回路部品を得ている。

【0348】この第4の実施形態において、導電ボール6のコア4は、分散することで、その径のバラツキを $\pm 1\mu$ 程度と極めて高精度に保っている。また、接続時に、このコア4は、接続時に実質的に変形せず、周囲の導電被覆層5のみが変形移動し、更に、コア4が変形ストッパーとして働くため、CCD19の電極部2とガラス基板21の電極部8との間隔は、コア4の直径と、変形移動によってわずかな厚みとなった導電被覆層の合計であり、コアの約直径となる。

【0349】従って、CCD19の表面と、ガラス基板21の表面とは、高精度に平行を保って接続される。そのため、この電気回路部品においては、CCD受光面のチルト、パンといった2つの軸に対する傾き(角度)を調整することを省くことが可能となる。更に、Z軸(焦点深度)に関しても、ガラス基板21の表面が光学基準として使用できる。

【0350】従って、この第4の実施形態によれば、CCDを含んだ電気回路部品の取付調整に必要なY、Y、Z、チルト、パン、ローテーションという6つの調整方向に対し、2つあるいは3つの調整方向を省略できることになる。そのため、取付調整時間の短縮だけでなく、取付部材の構造を簡略化し、剛性が高まることにより、受光特性の安定性(レジ安定性)が高まる効果が達成されることになる。

【0351】更に、この第4の実施形態によれば、導電ボール6のコアの材料をシリカ( $\alpha = 2.6 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ )としたことで、CCD16の基板材料であるSi( $\alpha = 2.8 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ )及びガラス基板材料として用いたパイレックスガラス( $\alpha = 3.6 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ )と、熱膨張係数差を小さくしたことにより、接続部への熱応力を削減すると共に、位置調整後の受光部20の温度によるずれも小さくし、受光特性の安定化が図られる事になる。

【0352】また、この第4の実施形態においては、電気回路基板21の基板材料として無色・透明なガラスを

用いたが、基板材料として、着色ガラス、フィルター特性を有する膜が設けられたガラスであっても同様の効果が得られることは自明である。

【0353】また、電気回路素子として、CCDの代わりにLED、面発光LEDを用いた場合には、同様に素子面（発光面）と基板とが高精度に平行を保っていることにより、出射光のフレに対する調整を簡略化することが可能となる効果が達成されることになる。

（第5の実施形態）図8は、この発明に係わる電気回路部品の第5の実施形態を模式的に示す断面図である。

【0354】この第5の実施形態においては、上述した第4の実施形態に於いて保持シート16が更に用いられている。ここで、この保持シート16の、CCD19の受光部20に対応する位置には、開口部23が設けられている。このように開口部23が設けられた保持シート16に保持された導電ボール6を用いて、CCD19の電極部2と、ガラス基板21の配線パターン22の電極部8とを合金化して接続している。

【0355】この第5の実施形態では、保持シート16の材料として、光の透過率を下げるため、着色されたポリイミド樹脂（例えばCPUトーンBシリーズ、東レ・デュポン（株）製）を用いている。そのため、ガラス基板21の裏面側から入射した光のうち、信号光として、CCD19の受光部20に入射するものは、保持シート16の開口部23を通過するため減衰しないが、受光部20以外のCCD表面へ入射しようとする光は、保持シート16により、強度が減衰する事になる。

【0356】更に、保持シート16を透過し、CCD19表面で反射しても、再び保持シート16を透過した後、ガラス基板側へ向かうため、その際にも強度が減衰する。このため、この第5の実施形態によれば、CCD19の受光部以外での反射光によるゴースト光強度を大幅に低下させることができる効果が達成されることになる。また、保持シート16は導電ボール6の裏面のかなりの部分を覆っているため、導電ボール6を介した反射ゴースト光の発生を抑えることができる効果が達成されることになる。このように、この第5の実施形態では、上述した第4の実施形態における効果の他に、CCD19の受光性のS/Nの向上を図ることが可能となる。

【0357】また、電気回路素子としてCCDの他に、LED、面発光LEDを用いた場合には、出射ブーム分布の周辺部で、光信号として使用しない部分を保持シートでカットすることにより、ノイズ光の出射を防ぎ、光信号のS/Nを高めることが可能となる。

（第6の実施形態）図9は、この発明に係わる電気回路部品の第6の実施形態を模式的に示す断面図である。

【0358】この第6の実施形態においては、1つの電極部2に複数の導電ボール6を配置し、これら複数の導電ボール6を介して2つの電極部2、8を合金化して接続している。

【0359】このような複数の導電ボール6を電極部2に配置する方法としては、上述した第1の実施形態で利用したマスクシート11を用い、このマスクシート11の開口サイズを、ここに配置する導電ボールの直径×個数となるように設定しておけば良い。

【0360】この第6の実施形態によれば、上述した第1の実施形態における効果に加えて、接続される電極部2、8間が、複数の導電ボール6により接続されることで、並列接続となり、より接続抵抗を小さくする効果を達成することができることになる。

（第7の実施形態）図10（a）乃至図10（d）は、この発明に係わる電気回路部品の第7の実施形態における製造方法を模式的に示す断面図である。図中、参照符号25は石英からなる型26の表面に形成された凹部を示している。

【0361】この第7の実施形態においては、図10（a）に示す様に、石英からなる型26の表面には、接続する半導体チップ1の電極2に対応する位置に凹部25が設けられている。この型26の表面に複数の導電ボール6を置き、ブレード24で導電ボール6を掃くことで、凹部25に導電ボール6が収納・配置される。この時、配置された導電ボール6は、凹部25内の周壁部分と底部分に接触して、コア4が型26の表面より突出している位置関係になる様に保持される。このように導電ボール6が保持できれば、凹部25の形状に付いては、特に制限はない。

【0362】このように導電ボール6の配置が終了した後、図10（b）に示すように、半導体チップ1の電極部2と配置された導電ボール6とを位置決めし、この後、半導体チップ1と石英型26とを加圧、加熱することにより、導電被覆層6と半導体チップ1の電極部2のみが合金化して接続される。接続が終了した後、半導体チップ1を取り上げることで、図10（c）に示すように、電極部2に導電ボール6が接続された半導体チップ1が得られる（そして、図10（d）に示すように、この接続された導電ボール6が、樹脂基板27の配線パターン22の電極部8上にくるように、半導体チップ1と樹脂基板27とを位置決めした後、パネ（図示せず）により半導体チップ1を樹脂基板27に押し付けて接続を行なう。

【0363】この第7の実施形態によれば、導電ボール6と接する片側の電極のみを合金化により接続しているため、パネの圧力を解放することで容易に半導体チップ1を樹脂基板7から取り外すことが可能となる。

【0364】（第8の実施形態）図11は、この発明に係わる電気回路部品の第8の実施形態の構成を模式的に示す断面図であり、図12は、この第8の実施形態において用いられる導電ボールを取り出して模式的に示す断面図であり、図13（a）乃至図13（c）は、図11に示す電気回路部品の製造方法を模式的に示す断面図で

あり、図14は、この電気回路部品を製造する際に使用する配置部材であるマスクシートを取り出して示す斜視図である。

【0365】図11に示すように、この第8の実施形態における電気回路素子1の基本的な構成は、図1に示す第1の実施形態における電気回路素子と同一である。異なる点は、図12に示すように、導電ボール6'の表面には、多数の凹部28が設けられている点である。

【0366】即ち、この第8の実施形態においては、図12に示すように、表面に複数の凹部28と凸部29とを交互に有する導電ボール6'を、半導体チップ1の電極部2とセラミック基板7の電極部8との間に介在させ、両者の間で加圧、及び加熱する。そして、導電ボール6'の導電被覆層5'を変形移動させる際の凹部28及び凸部29の変形及び摩擦により、半導体チップ1のアルミパッド2及びセラミック基板7の電極部8の表面に存在する自然酸化膜及び汚染皮膜を破壊し、凹部28と凸部29とで作る窪みにより、酸化膜及び汚染膜をより大きく移動させる。これにより、電極部2及び電極部8をなす金属材料の真性面をより広く露出させて、導電被覆層5と電極部2及び電極部8とを合金化して接続し、接続後、封止樹脂10を半導体チップ1とセラミック基板7との間に注入し硬化させて、図11に示す電気回路部品を得ている。

【0367】以下に、この表面に凹部28及び凸部29を有する導電ボール6と、電気回路部品の製造方法について説明する。

【0368】先ず、導電ボール6'は、図12に示す様に、第1の実施形態と同様に、コア4と、その周囲を被覆している導電被覆層5'とから構成され、導電被覆層5'の表面には、複数の凹部28と、凸部29が設けられている。

【0369】この第8の実施形態においては、コア4は、銅からなる球であり、精密な研磨により球形状を呈するように形成されている。このコア4の表面にパラジウムによる活性化処理を施した後に、無電解メッキにより、導電被覆層5となる金を被覆する。コア4の直径は40 $\mu$ mに、また、導電被覆層5'の膜厚は5 $\mu$ mに設定されている。

【0370】この導電被覆層5'を被覆した状態では、コア4の表面が球面であることから、導電被覆層5'の表面も滑らかな球面である。そこで、導電被覆層5'の表面に凹部28及び凸部29を設けるため、微細な砥粒を用いた研磨を行う。この研磨方法としては、例えば、所望の砥粒を先ずしたラップ盤に導電ボール6を押しつけてラップすることにより、容易に凸凹を設けることが可能である。また、別の方法としては、導電ボール6に砥粒を空圧、水圧等につける所謂ブラスト法によっても凸凹を設けることができる。また、他の方法として、砥粒が設けられた検索ベルトを導電ボール6に押しつけ

ることで、凸凹を設ける方法や、砥粒を含んだ益虫に導電ボール6を入れ攪拌することで凸凹を設ける所謂バレル研磨法等も使用できる。

【0371】ここで、導電被覆層5'の表面に所望の凹部28及び凸部29が設けられるならば、砥粒の材質、サイズ、また研磨の方法については問わない。例えば、砥粒としては、ダイヤモンド、炭化ホウ素、SiC、TiC、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、WC等が用いられ、砥粒サイズとしても、0.25 $\mu$ m～50 $\mu$ mまでの任意のサイズを用いることができる。また、研磨方法としても、研削ベルト方法、バフ研磨方法、バレル研磨方法、プラスチング方法等を用いることができる。

【0372】または、砥粒として、微細な金属粒子、例えば、Ni、W、Mo及びこれらを主成分とする炭化物、硅化物等を、導電ボール表面に若干の加圧を加えて、食い込ませた後に、酸によるエッチングを行うことで、この微細な金属粒子を溶解させ、導電ボール表面に凹部及び凸部を設ける方法も使用できる。例えば、金属粒子としてMoを使用したときには、エッチング液として、硝酸、王水のような酸化性酸、溶融酸化性諸塩が使用でき、Wの場合には、硝酸-弗酸、溶融酸化塩、過酸化化物により、溶解させることができる。

【0373】この第8の実施形態においては、1 $\mu$ ～3 $\mu$ mのサイズを持つダイヤモンド砥粒を用いた研磨盤上に導電ボール6'を回転させることで、導電被覆層5'の表面に凹部28と凸部29を設けた。この設けられた凹部28と凸部29の山頂と谷底の高さの差の最大Rmaxは、0.2～6 $\mu$ mとなった。

【0374】次に、この導電ボール6'を用いた電気回路部品の製造方法を、図13を用いて説明する。

【0375】まず、セラミック基板7の上に、第1と第2のマスクシート11、12を重ねて設置する。尚、第1と第2のマスクシート11、12には、上述した第1の実施形態と同様に、それぞれ接続する電極部8に対応する位置に開口部13を設けておき、この開口部13が電極部8上の位置にくるように、マスクシート11、12とセラミック基板7とを位置決めを行っておく。開口部13の直径は、導電ボール6'の直径より若干大きくテーパを設けておき挿入性を高めてある。また、第1のマスクシートの厚みh1はコアの直径より薄い30 $\mu$ mとし、第2のマスクシート12の厚みh2は、h1+h2が、導電ボール6'の直径Dの1.5倍より小さく、且つDより大きくなるように30 $\mu$ mとした。

【0376】更に、第1のマスクシート11には、図14に示すように、開口部13の周囲にスリット14と第1のマスクシート11端部にノッチ15を設けてある。

導電ボール6の電極部8への配置は、図13(a)に示すように、第2のマスクシート12上に、導電ボール6'を多数配置し、ブレード24を用いて掃引することにより、それぞれの開口部13に導電ボール6'を落と

し込むことで一括して行う。この時、第2のマスクシート12を用いていることにより、配置された導電ボール6'が、ブレード24によって傷つくことを防止すると共に、第2のマスクシート12が、第1のマスクシート11に設けられたスリット14を覆っているため、ブレード掃引時に導電ボール6'がスリット14に引っかかり、傷つくことも防げる。

【0377】そのため、電極部8に配置されなかった導電ボール6'は、再び配置されることが可能となる。また、第1及び第2のマスクシート11、12の厚さが導電ボール6'の直径の1.5倍より薄いため、配置された導電ボール6'上に乗った導電ボール6'も、その重心よりマスクシート段差が低い場合、ブレードの掃引により容易に排出されることになる。

【0378】導電ボール6'が、電極部8上に配置された後、第2のマスクシート12は取りはずされる。そして、図13(b)に示すように、露出している導電ボール6'上に半導体チップ1の電極部2がくるように、位置決めを行い配置する。

【0379】次に、半導体チップ1とセラミック基板7とを加圧することにより、それぞれの電極部2、8と点接触している導電ボール6'にも、圧力が加わる。すると、導電ボール6'は、中心部のコア4は、剛性が高い鋼であり、周囲を被覆している導電被覆層5'は、柔軟く伸び易い金であることから、この圧力により、コア4は変形せず、導電被覆層5'が変形していく。更に、導電ボール6'は、中心部に球形のほとんど変形しないコア4があるため、導電被覆層5'は、点接触していた点を中心とした、同心円状に外側に向かって変形移動していく。

【0380】この導電被覆層5'の変形移動に伴い、電極部2、8との接触も点接触から面接触となり、この接触面において、電極部2、8も変形し、更に、変形移動している導電被覆層5'との間に摩擦が生じる。この変形及び摩擦により、半導体チップ1の電極部2の表面を覆っている厚さ数百オングストロームの自然酸化膜が破壊され、真性面が露出することになる。また、セラミック基板7の金メッキされた電極部8の表面を覆っている汚染皮膜も同様に破壊される事になる。

【0381】このように、この第8の実施形態においては、導電ボール6'の表面に微少な凹部28、凸部29を持つことにより、この接続過程において、ミクロ的に各凸部が、接触時に高圧力を発生し、更に、この凸部が変形する際の摩擦力によって、酸化膜の破壊がより促進され、より広い真性面が露出する。露出する真性面の面積が広がれば、後に述べる接続において、合金化する領域が広がるため、接続強度はより高く、接続抵抗は、より低くなると共に、従来の接合領域が減るため、より小さい接続面積であっても、従来と同じ接続特性（機械的及び電氣的）を得ることができるため、接続部をより小

型化することが可能となる。電極2、8の露出した真性面と導電被覆層5'とが接した状態で、200～350℃に加熱することにより、それぞれ合金化して、図3(c)に示すように、接続されることになる。

【0382】尚、加圧と加熱は同時に行うことにより、導電被覆層5'の金（軟化温度100℃）をより柔らかくし、変形移動が容易に行われるようになり、合金化による接続をより確実なものとする。また、配置部材である第1のマスクシート11の開口部13内に、導電ボール6'を保持しているため、接続工程中の振動、加圧治具の傾き等があっても、導電ボール6'の位置ズレを発生させずに接続することができる。

【0383】そして、導電被覆層5'とそれぞれの電極部2、8との接続が行われた後、第1のマスクシート11を水平方向に引っ張ることにより、ノッチ15から第1のマスクシートが裂け始め、スリット14により導電ボール6'が存在する開口部13に向かって裂け目が進行し、開口部13に達することで、第1のマスクシート11を、半導体チップ1とセラミック基板7との間から除去する。このように第1のマスクシート11を除去することにより、半導体チップ1より横方向に突出した部分がなくなり、実装面積が小型となる。

【0384】そして、半導体チップ1を封止する封止樹脂を半導体チップ1とセラミック基板7との間に注入し、硬化させて、電気回路部品を得る。

【0385】このように、第8の実施形態における電気回路部品は、表面に凹部28、凸部29を設けた導電ボール6'を利用することにより、凹部、凸部を設けない導電ボール6'を用いる第1乃至第7の実施形態と比較して、より高い接続強度と接合率を得られる効果が達成される。

【0386】（第9の実施形態）図15は、この発明に係る電気回路部品の第9の実施形態の構成を模式的に示す断面図であり、図16は、この第9の実施形態において用いられる導電ボール6'を表わす模式的断面図である。図16において、参照符号30はコア4'の表面に設けられた凹部を示し、また、参照符号31はコア4'表面に設けられた凸部を示している。

【0387】この第9の実施形態においては、導電ボール6'は、図16に示す様に、球形状のコア4'の表面に複数の微細な凹部30と凸部31が設けられている。このコア4'は、鋼からなり、その表面の凹部30及び凸部31の形成は、球形状に研磨後に、荒い砥粒で再度研磨を行ってもよいし、球形状への最終仕上げの微細な砥粒による研磨を省くことで、設けても良い。また、上述した第8の実施形態と同様に、研磨の砥粒及び研磨方法は、任意のものが使用できる。この第9の実施形態においては、コアの直径を40μmとし、凹部30と凸部31の山頂と谷底の高さの差の最大Rmaxが、0.5～3μmとなる様に設定されている。

【0388】この様に、表面に凹部30と凸部31が設けられたコア4の表面に、第8の実施形態と同様に活性化処理を施した後、金で約5 $\mu$ m被覆し、導電被覆層5を設ける。

【0389】ここで、コア4の表面に凹部30と凸部31が設けられたいため、その表面を被覆する導電被覆層5の表面にも、コア4の凹部30と凸部31に対応した、凹部28と凸部29が設けられる。

【0390】この導電ボール6を、第8の実施形態と同様の方法により、セラミック基板7の電極8上に配置し、半導体チップ1をその配置された導電ボール6上に、電極部2がくる様に位置合わせし、その後、加圧及び加熱することで、導電被覆層5と電極部2及び金メッキされた電極8とを合金化して接続する。

【0391】この第9の実施形態によれば、コア4の表面に凹部30及び凸部31を設けたことにより、導電被覆層5の表面に凹部28及び凸部29が自動的に設けられ、上述の第8の実施形態と同じ効果が得られると共に、次のような効果がある。

【0392】即ち、接続を行う際の加圧により、導電被覆層5の変形移動が行われる時に、凹部30及び凸部31が設けられているため、内部摩擦が大きく、導電被覆層5とコア4との接している部分では、変形移動が行われにくい。その為、加圧による導電被覆層5の変形移動は、より外周である表面側で専ら行われることになる。つまり、電極との接触面側で、導電被覆層5がより大きく、変形移動することになり、酸化膜の破壊及び電極真性面の露出が、より促進され、接続特性がより向上する効果が更に達成されることになる。

【0393】また、コア4の表面に凹部30及び凸部31が設けられたことにより、導電被覆層5とコア4との密着性がアンカー効果により上がることで、加圧時の導電被覆層5の変形移動によりコア4と、導電被覆層5とが剥離してしまうことを防ぐ効果が更に達成されることになる。ここで、この剥離が生じると、接続部以外での導電被覆層5の剥離の進行と膨みにより、電極との十分な接続面積が得られなくなると共に、剥離した導電被覆層5が、外力により破断したりする恐れがあり、好ましくない。

【0394】更に、形成した導電被覆層5に、凹部28及び凸部29を設けるための加工をすることがないため、導電被覆層5表面を汚染させる危険が少なく、接続特性の安定化が図れるという効果もある。

【0395】(第10の実施形態)図17は、この発明に係わる電気回路部品の第10の実施形態の構成を模式的に示す断面図であり、図18は、この第10の実施形態において用いられる所の、導電ボール6'とこの導電ボール6'を保持する保持シート16とを備える導電接続部材を模式的に拡大して示す断面図であり、図19(a)乃至図19(d)は、この導電接続部材の製造方

法を模式的に示す断面図である。

【0396】この第10の実施形態においては、コア4の材料として、シリカ(SiO<sub>2</sub>)を用いた。そのコア4の表面を、上述した第8の実施形態と同様に活性化処理した後、金メッキにより被覆する。コア4の直径としては、20 $\mu$ m、導電被覆層5の膜厚としては、3 $\mu$ mとした。この導電ボール6'の表面に、上述した第8の実施形態で用いた方法と同じ方法により凹部28と凸部29を設ける。このような凹部28と凸部29の山頂と谷底の差の最大Rmaxは、0.1~2 $\mu$ mに設定されている。

【0397】更に、この第10の実施形態においては、導電接続部材が用いられて、導電ボール6'が保持シート16により所定の位置に保持されている。そこで、まずこの導電接続部材の一製造例を図19(a)乃至図19(d)を用いて説明する。

【0398】まず、図19(a)に示すように、接続する電極部の位置に対応する位置に凹部18を設けた型17に導電ボール6'を配置する。この凹部18の形状としては、4角柱、円柱、円錐、半球状など任意の形状にかまわない。また、型17の凹部18に導電ボール6'を配置する際には、型17の上に上述した第8の実施形態で用いた様なマスクシートを用いれば、一括で配置することができる。

【0399】この型17の凹部18に導電ボールを配置した後、その上に、図19(b)に示すように、同様の型17'を導電ボール6'を押し潰さない間隔で情報に配置する。この上型17'と下型17'との間隔を達成する方法としては、型を上下移動させる装置により制御するか、あるいは、上型17'、下型17'のいずれかあるいは両方に、型表面より突出したスペーサー部を設け、上型17'と下型17'を合わせ、スペーサーが接触した際、上型17'と下型17'との凹部18'、18の間隔が、導電ボール6'の直径と等しいか若干大きくなる様にスペーサーの突出量を決めておけば良い。

【0400】そして、上型17'と下型17'の間にポリイミド樹脂を注入し、図19(c)に示すように、200~400℃に加熱硬化させ離型させる。

【0401】この状態では、保持シート16の表面より突出した導電ボールの表面まで、ポリイミド樹脂が付着しているため、両面をエッチング(例えば、ドライならO<sub>2</sub>プラズマによるアッシング、ウェットならヒドラジン、エチレンジアシンを用いる)し、図19(d)に示すように、導電ボール6'を保持シート16の両面から突出して露出させる。そのため、保持シート16の膜厚は成型後よりも薄いものとなる。

【0402】このエッチング後の保持シート16の膜厚は、導電ボール6'の接続時の導電被覆層5の変形移動を防げない様に、コア4の直径と等しいか、それよりも小さいことが望ましい。



【0403】以上の様にして製造された導電ボール6'とこれを保持する保持シート16とを備えた導電接続部材と、半導体チップ1と、基板7とを、導電ボール6'が半導体チップ1の電極部2と基板7の電極部8との間にくる様に、それぞれ位置合わせを行い配置する。そして、上述したホットプレス装置により、導電ボール6'を両電極2、8間で加圧及び加熱することにより、保持シート16より露出している導電ボール6の導電被覆層5'とそれぞれの電極部2、8とを合金化して、接続し、半導体チップ1の周囲で保持シート16を切断した後、封止樹脂10を半導体チップ1と基板7との間に注入硬化させて、電気回路部品を得る。この接合過程における効果は、上述した第8の実施形態の効果と同じである。

【0404】更に、この第10の実施形態においては、保持シート16と接している導電被覆層5の表面にも凹部28及び凸部29が設けられていることから、保持シート16と、導電被覆層5'との接触面積が増し、アンカー効果により、保持シート16の導電ボール6'を保持する強度が増加する。つまり、ボール径の2乗でできていた接触面積（保持強度）より大きな接触面積（保持強度）を得ることができる。そのため、より小型の導電ボール6'であっても、十分な保持強度を確保することが可能となる。従って、電極部をより小型化することにより、電気回路部品の小型化を図ることが可能となる。

【0405】また、導電ボール6'が保持シート16に密着保持されているため、導電ボール6'の位置ズレをより高精度に防ぎ、より高密度に配置することが可能となる。更に、封止樹脂10と接している導電ボール6'の面積が小さく、封止樹脂の硬化収縮時に導電ボール6'にかかる応力を低減でき、接続の信頼性が上がる効果がある。

【0406】尚、本発明はその趣旨を逸脱しない範囲で、上記実施形態を修正又は変形したものに適用可能である。

【0407】例えば、使用する導電ボール6'として、上述した第9実施形態で用いた、コア4'の表面に凹部30及び凸部31を有し、導電被覆層5'の表面にも凹部28及び凸部29を持つ導電ボール6'を使用して、同じ効果が得られることは、言うまでもない。

【0408】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、以下に述べる種々の効果がある。

【0409】即ち、電気回路素子および電気回路基板の電極部に特殊な膜処理を施さなくても、導電被覆層と電極の加圧変形移動により、電極表面の酸化膜および汚染皮膜を破壊し、金属か及び又は合金化により低接続抵抗と高接続強度の接続が可能となり、信頼性の高い接続が得られる。従って、従来用いられてきたワイヤボンディング方法、CCB方法、TAB方法、樹脂ボール方法、

異方性導電シート方法を置き換えることが可能となる。

【0410】更に、接続部を金属化及び又は合金化して接続することで電気的接続を得ているため、樹脂ボール方法のように温度によって、導電材料の温度係数以外に接続抵抗が変動することがなく、安定した接続特性が得られると共に、導電層を厚くすることができるため、許容電流を大きくすることが可能である。

【0411】また、コアが変形ストッパーとして働くと共に、熔融（液層）して接続を行わないため、TAB方法、CCB方法のように隣接する電極間との短絡を発生させることがない。従って、電極部をより高密度（接続ピッチ寸法を小さく）接続をおこなうことが可能である。

【0412】また、発光素子あるいは受光素子表面にある発光部あるいは受光部と電気回路基板との距離を高精度に保って接続することが可能となる。従って、光学設計上の最適位置に発光部あるいは受光部を配置することが可能となり、光特性の向上が図れるだけでなく、発光素子あるいは受光素子を配置固定する位置調整部材の大幅な簡略化あるいは省略を図ることが可能となり、位置調整部材の可動部が少なくなり強度が増すことにより、使用環境での温度変化、振動に対しての発光部あるいは受光部の位置ずれを防ぎ、光特性の安定かが図られる。更に、位置調整部材を取り付ける領域を小さくできるため、電気回路部品およびそれを用いた装置を小型化することが可能となる。

【0413】また、保持シートが導電ボールを保持しているため、いかなる位置にも導電ボールを配置し接続することが可能となる。従って、ワイヤボンディング方法、TAB方法より更に多点接続が可能となり、多ピン接続が可能となる。

【0414】また、保持シートが電極間の間に存在することにより、電気回路素子を封止する封止樹脂体積を低減させるとともに、導電ボールは、保持シートに中心部を埋設保持されているため封止樹脂と接触する面積が小さいため、硬化収縮時に導電ボールにかかる応力値を小さくし、高い接続信頼を得ることができる。

【0415】更に封止樹脂堆積が低減されることにより、封止樹脂内にある率で含まれる気泡の量（数）を少なくすることが可能となる。そのため、封止樹脂の吸湿を低減し、信頼性の高い電気回路部品が得られる。

【0416】また、保持シートの透過率を空気あるいは封止樹脂より下げることにより、受光素子の場合、受光部以外に入射した光が素子上で乱反射し受光部に再入射することを防ぐことが可能となり、受光信号のS/N比を高くすることが可能となる。発光素子の場合、発光部より射出した光のうち不要な周辺部の光を電気回路部品より外に射出させないことにより、光信号のS/N比を高くすることが可能となる。また、導電ボール周囲を保持シートが覆っているため、ワイヤボンディング方法の

ような接続部によるゴースト光をなくすことが可能となり、受光素子を有した電気回路部品の小型化が可能となる。

【0417】また、接続特性の優れた導電ボールを密着保持する保持シートを用いて一括で電極上に配置し、保持された状態で接続するため、いかなる場所であっても高密度に配置し、接続することが可能となる。

【0418】また、保持シートに保持された導電ボールを接続した後に、保持シートを除去することでより小型の電気回路部品の製造することができる。

【0419】更に、保持シートにスリット、ノッチを設けておくことにより、除去時にこれらを起点として保持シートが分離を開始するため、導電ボールにかかるストレスを低減し、信頼性の高い電気回路部品が得られる。

【0420】また、接続特性の優れた導電ボールを配置部材を用いることにより、いかなる場所であっても配置し接続することが可能となる。更に、接続後、配置部材を除去することにより、電気回路素子より突出する部分がなくなるため、電気回路部品の小型化が図られる。

【0421】更に、配置部材にスリット、ノッチを設けておくことにより、除去時にこれらを起点として配置部材が分離を開始するため、導電ボールにかかるストレスを低減し、信頼性の高い電気回路部品が得られる。

【0422】また、電気回路素子あるいは電気回路基板の一方が金属化及び又は合金化による接続に際し、特性を劣化させる場合であっても、一方の導電ボールをと高密度に金属化及び又は合金化して接続することが可能となる。

【0423】更に、電気回路素子と電気回路部品とを着脱自在に接続することが可能となる。

【0424】更に、この出願に係る発明によれば、上述した効果に加えて、更に、電気回路素子及び電気回路基板の電極部に特殊な膜処理を施さなくても、導電被覆層の加圧変形移動による摩擦で、電極表面の自然酸化膜及び汚染皮膜を破壊し、合金化による低接続抵抗と高接続強度の接続が可能となり、信頼性の高い接続が得られると共に、導電ボール表面に突部及び谷部を有したことにより自然酸化膜及び汚染皮膜の破壊性が向上し、接続信頼性が向上すると共に、より小さい接続面積であっても確実に金属化及びまたは合金化により接続することが可能となるため、接続面積の小さな接続に対応することが可能となり、より接続の高密度化を図ることが可能となる。

【0425】また、硬い電極材料に対しても酸化膜及び汚染皮膜の高い破壊性を有することができるため、接続する対象にとらわれず高い接続特性を得ることができる。更に、導電ボールのコアと導電被覆層との密着性が向上することにより、接触面を確実に確保することができる。接続特性が安定する。従って、接続対象にとらわれず、安定した接続特性を得ることが可能となり、電気

回路部品のより小型化、高信頼性を図ることが可能となる。

【0426】また、導電ボール表面あるいはコア表面の一方あるいは両方に突部及び谷部が設けられたことにより、いかなる位置にも導電ボールを配置し小型、高密度の接続を行うことが可能となる。従って、ワイヤボンディング方法、TAB方法より更に多点接続が可能となり、多ピン数接続が可能となる。

【0427】

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明に係わる電気回路部品の第1の実施形態の構成を模式的に示す断面図である。

【図2】図1に示す電気回路部品に用いられる導電ボールの構成を模式的に示す断面図である。

【図3】第1の実施形態に係る電気回路部品の製造方法を模式的に示す断面図である。

【図4】第1の実施形態に係る電気回路部品の製造方法において用いられるマスクシートを示す斜視図である。

【図5】この発明に係わる電気回路部品の第2の実施形態の構成及び製造方法を模式的に示す断面図である。

【図6】第2の実施形態の電気回路部品に用いられる保持シートの製造方法を模式的に示す断面図である。

【図7】この発明に係わる電気回路部品の第4の実施形態の構成を模式的に示す断面図である。

【図8】この発明に係わる電気回路部品の第5の実施形態の構成を模式的に示す断面図である。

【図9】この発明に係わる電気回路部品の第6の実施形態の構成を模式的に示す断面図である。

【図10】この発明に係わる電気回路部品の第7の実施形態の構成を模式的に示す断面図である。

【図11】この発明に係わる電気回路部品の第8の実施形態の構成を模式的に示す断面図である。

【図12】図11に示す電気回路部品に用いられる導電ボールの構成を模式的に示す断面図である。

【図13】第8の実施形態に係る電気回路部品の製造方法を模式的に示す断面図である。

【図14】第8の実施形態に係る電気回路部品の製造方法において用いられるマスクシートを示す斜視図である。

【図15】この発明に係わる電気回路部品の第9の実施形態の構成を模式的に示す断面図である。

【図16】図15に示す電気回路部品に用いられる導電ボールの構成を模式的に示す断面図である。

【図17】この発明に係わる電気回路部品の第10の実施形態の構成を模式的に示す断面図である。

【図18】図17に示す電気回路部品に用いられる導電ボール及び保持シートを模式的に示す断面図である。

【図19】第10の実施形態に係る保持シートの製造方法を模式的に示す断面図である。

【図20】従来例のワイヤボンディング方法を説明する

模式的断面図である。

【図21】従来例のCCB方法を説明する模式的断面図である。

【図22】従来例のCCB方法を説明する模式的断面図である。

【図23】従来例のTAB方法を説明する模式的断面図である。

【図24】従来例の金バンパによるフェイスダウン接続を説明する模式的断面図である。

【図25】従来例の樹脂ボール方法を説明する模式的断面図である。

【図26】従来例の異方性導電シート方法を説明する模式的断面図である。

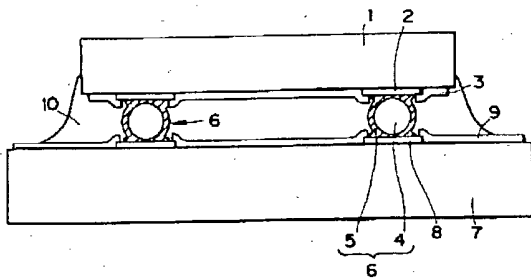
【図27】従来例の異方性導電シート方法を説明する模式的断面図である。

【符号の説明】

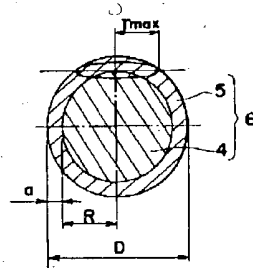
- 1 半導体チップ
- 2 電極部
- 3 絶縁保護膜
- 4 (4'') コア
- 5 (5', 5'') 導電被覆層
- 6 (6', 6'') 導電ボール
- 7 基板
- 8 電極 (配線パターン)

- 9 絶縁保護膜
- 10 封止樹脂
- 11 第1のマスクシート
- 12 第2のマスクシート
- 13 開口部
- 14 スリット
- 15 ノッチ
- 16 保持シート
- 17 型 (下型)
- 17' 型 (上型)
- 18 凹部
- 19 半導体チップ
- 20 受光部
- 21 基板 (ガラス)
- 22 配線パターン
- 23 保持シートの開口部
- 24 ブレード
- 25 凹部
- 26 型
- 28 樹脂基板
- 28 凹部 (導電ボール表面)
- 29 凸部 (導電ボール表面)
- 30 凹部 (コア表面)
- 31 凸部 (コア表面)

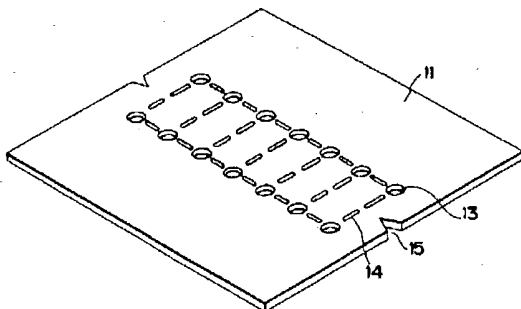
【図1】



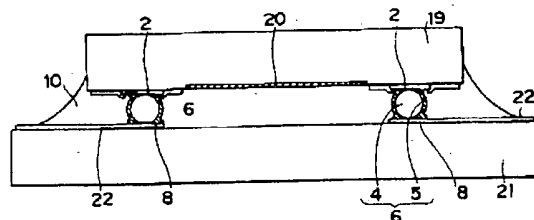
【図2】



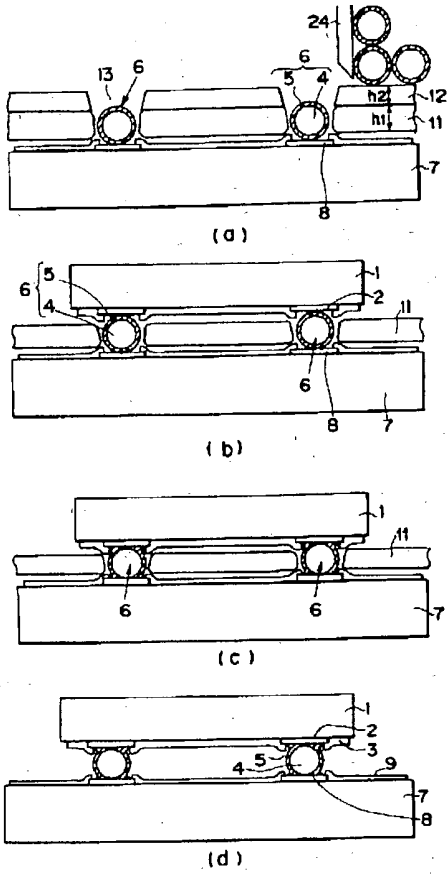
【図4】



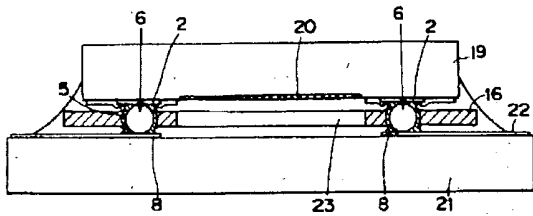
【図7】



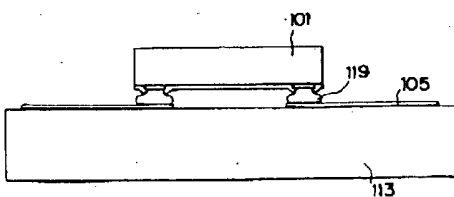
【図3】



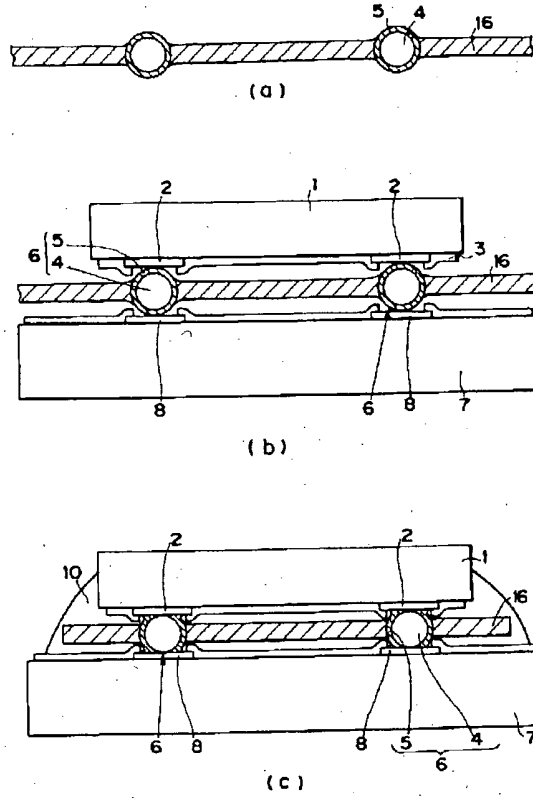
【図8】



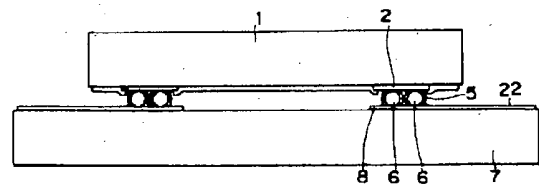
【図24】



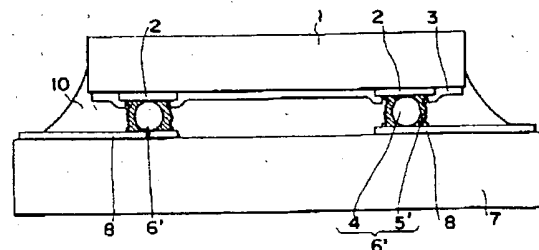
【図5】



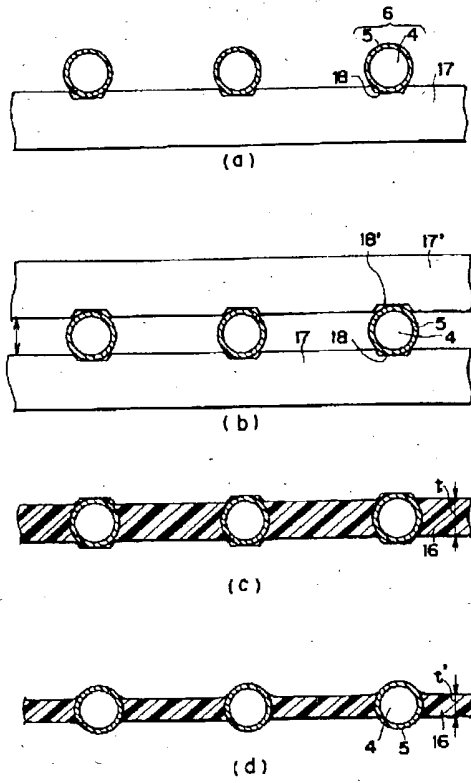
【図9】



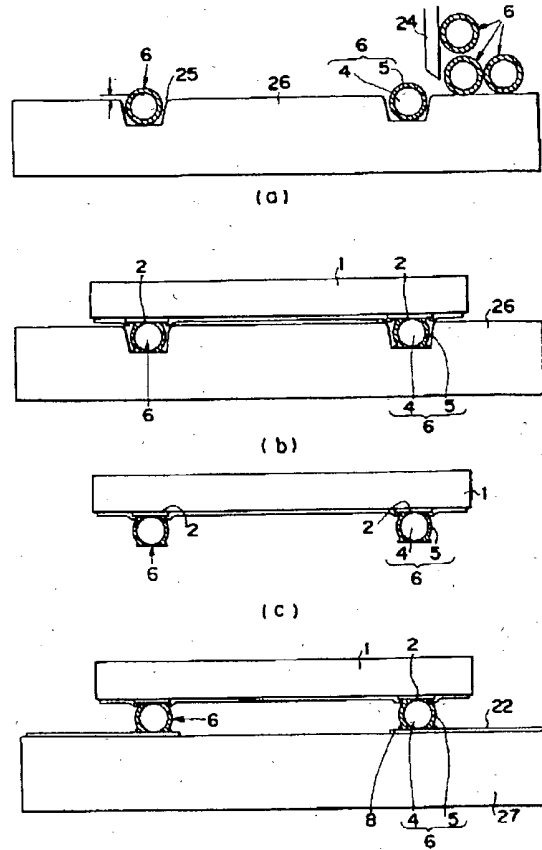
【図11】



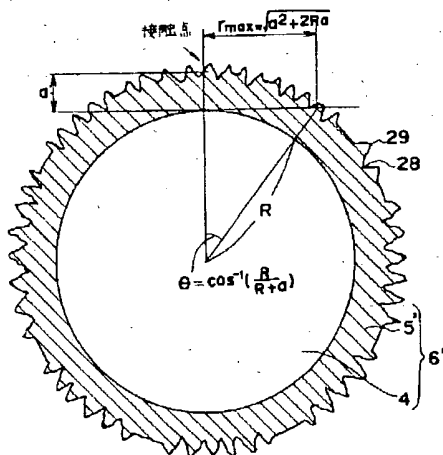
【図6】



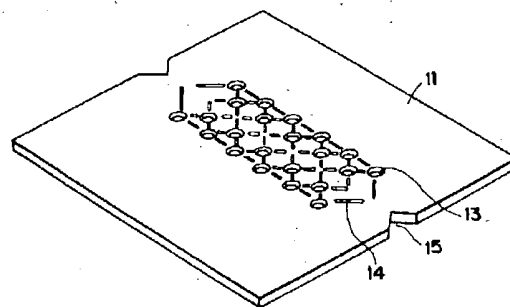
【図10】



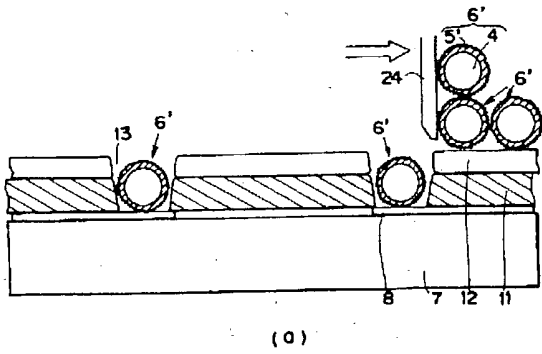
【図12】



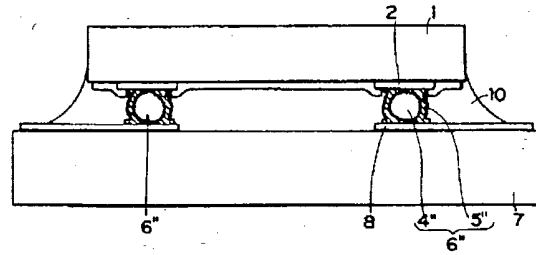
【図14】



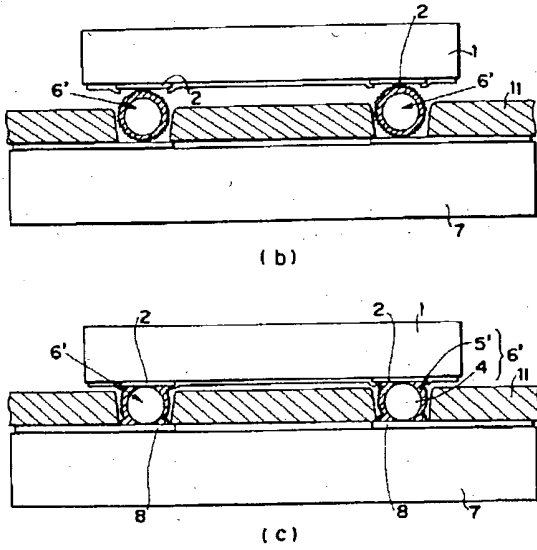
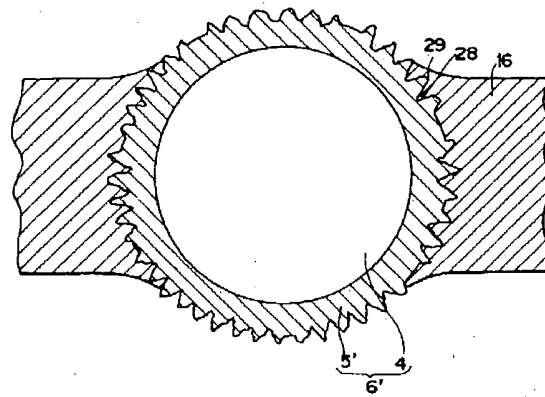
【図13】



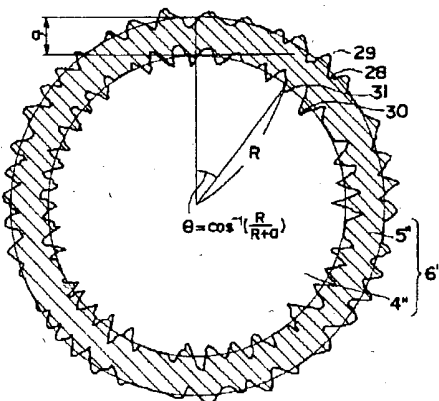
【図15】



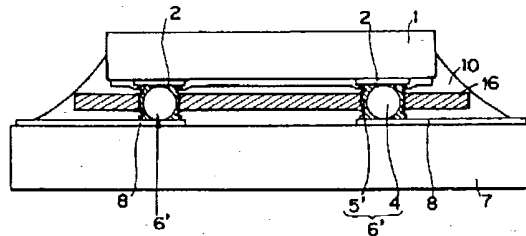
【図18】



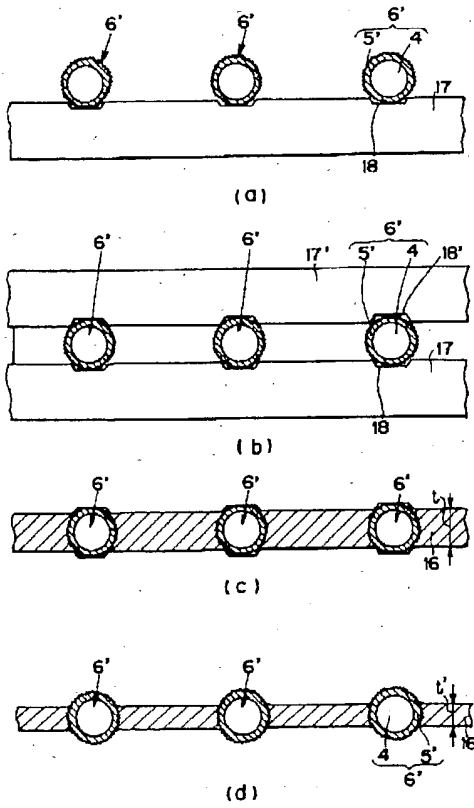
【図16】



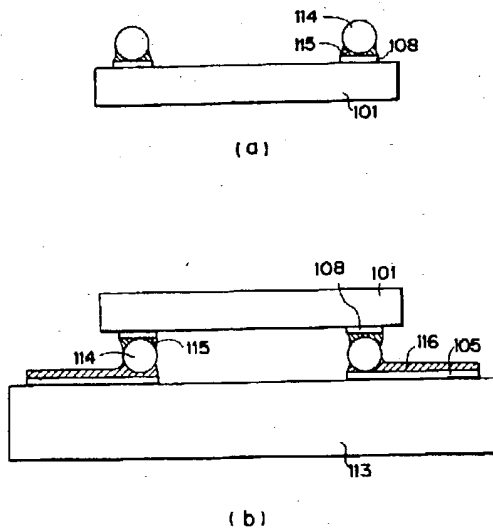
【図17】



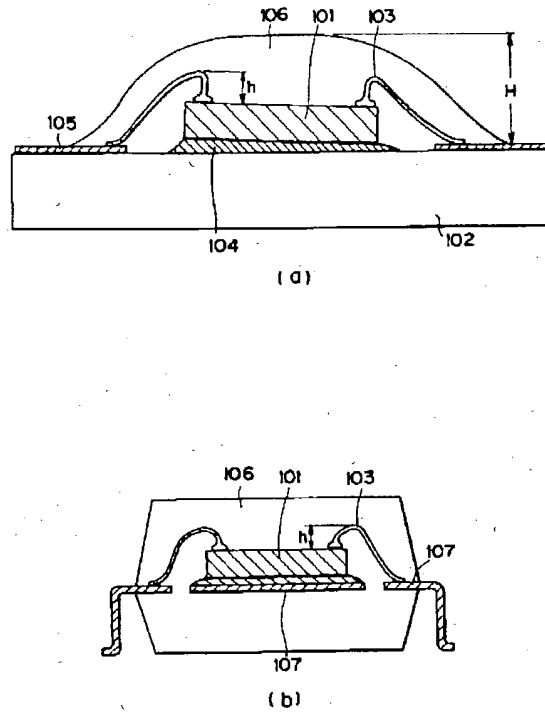
【図19】



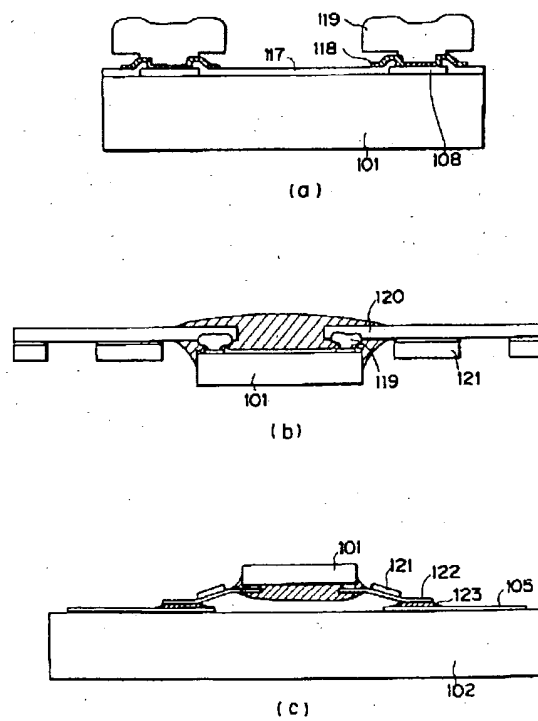
【図22】



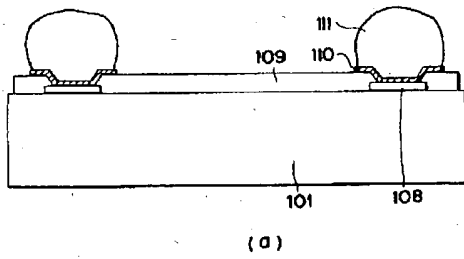
【図20】



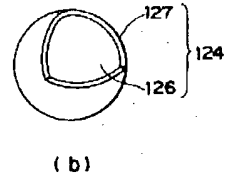
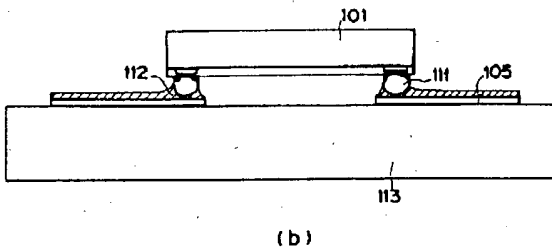
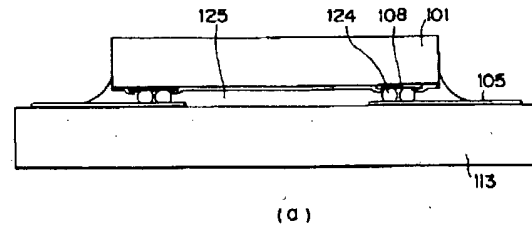
【図23】



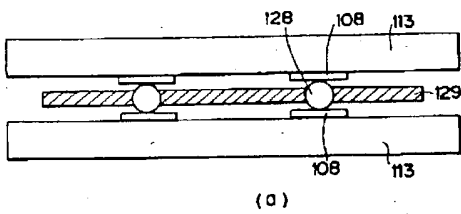
【図21】



【図25】



【図26】



【図27】

